ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret, en date du 4 décembre 1929, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Ernest Esclangon** pour occuper la place vacante dans la section d'Astronomie par le décès de M. *P. Puiseux*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Ernest Esclangon** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Kraïtchik**, agrégé de l'Université de Bruxelles, qui assiste à la séance.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Importance relative du soufre et du phosphore dans la nutrition des plantes.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **L. Silberstein**.

A plusieurs reprises, l'un de nous a soutenu la thèse que le soufre joue un rôle qualitatif et quantitatif si important dans la formation de la matière végétale que les agronomes devraient s'en préoccuper comme ils le font de l'azote, du phosphore et du potassium, qu'ils devraient l'utiliser à titre d'engrais, principalement sous la forme facilement assimilable et très économique de certains sulfates (1).

---

(1) Gab. Bertrand, *C. R. Ac. Agric.*, 13, 1927, p. 146; *Bull. agricole de la Soc. d'encour. à l'Agric.*, 47, mars 1927, p. 19; *C. R. IXe Congrès Chimie ind. Barcelone*, octobre 1929.

Afin de fournir à cette thèse des arguments aussi précis que possible, nous avons entrepris diverses recherches, grâce auxquelles nous avons déjà pu démontrer que la terre arable, loin d'être toujours largement pourvue de soufre, organique ou minéral, comme on le pensait habituellement, n'en renferme parfois que des proportions minimes, bien inférieures au demi-gramme par kilogramme [1]. Encore avons-nous trouvé qu'une partie de ce soufre peut être en quelque sorte paralysée dans son action par la présence, jusque-là inconnue, de baryum [2]. Nous avons rapporté, par exemple, le cas d'une terre du département de l'Yonne renfermant seulement 226^{mg} de soufre total par kilogramme et assez de baryum pour en fixer 86 à l'état fort peu soluble de sulfate, et celui d'une terre du département du Gard où, sur 498^{mg} de soufre total, il y en a jusqu'à 401 qui peuvent être combinés sous la forme de sel barytique [3].

Continuant nos recherches, nous apportons aujourd'hui une mesure de l'importance du soufre pour la végétation. Nous avons déterminé la teneur en métalloïde d'un certain nombre de plantes ou parties de plantes et nous l'avons comparée à celle d'un autre élément, le phosphore, dont l'importance est maintenant connue de tous les agronomes.

La raison pour laquelle nous avons effectué ces déterminations, au lieu de nous servir des nombreuses analyses de cendres végétales qui existent dans la littérature scientifique, découle des résultats et des observations que nous avons publiés à propos du dosage du soufre et du phosphore dans les plantes : non seulement une certaine proportion des éléments visés s'échappe dans l'atmosphère quand on détruit la matière organique par le feu, mais cette proportion, parfois considérable, varie beaucoup d'une expérience à une autre et n'est pas du tout la même pour les deux métalloïdes [4]. Il est, par suite, impossible de calculer exactement la teneur en soufre et en phosphore d'une plante d'après l'analyse de ses cendres. Presque toujours cette analyse indique une prédominance, et même une

---

(1) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1188, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **41**, 1927, p. 1380.

(2) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 335, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 372.

(3) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 477, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 458.

(4) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 886. Le mot « mais » (premier paragraphe, ligne 5) de ce Mémoire est à supprimer.

forte prédominance du phosphore sur le soufre, alors que très souvent, comme on va le voir, c'est l'inverse qui est la vérité.

Nous avons employé dans les nouvelles recherches les méthodes de dosage qui nous avaient déjà servi ([1]). La plupart des plantes ont été récoltées au commencement de la floraison. Ainsi que les graines et les parties souterraines (bulbes, tubercules ou racines) elles ont été convenablement lavées, puis essuyées avec du papier à filtre, avant d'être soumises aux opérations analytiques. Ajoutons que les dosages ont tous été effectués sur des matériaux séchés à la température de $+100^\circ$ ([2]). Il n'y a guère que dans le cas des bulbes d'oignon et d'ail que cette dessiccation préalable a pu occasionner une perte certaine de soufre; nous avons évalué cette perte antérieurement, en opérant sur la bulbe d'oignon ([3]), et l'on pourrait en tenir compte sans erreur notable, si besoin était.

Voici les résultats obtenus, rangés d'après la grandeur croissante de la teneur en soufre rapportée à celle en phosphore (rapport S/P) :

Noms des plantes ou parties de plantes.	Matière sèche pour 100.	Pour 100 de matière sèche. Soufre.	Phosphore.	Rapport S/P.
Froment (*Trit. sat.* L.), son	89,25	0,2541	1,4294	0,178
Pois (*Pis. sat.* L.), racine	2,73	0,4271	0,6865	0,304
Seigle (*Sec. cer.* L.), graine	85,42	0,1524	0,4636	0,329
Froment (*Trit. sat.* L.), graine	87,15	0,1634	0,4880	0,335
Noyer (*Jug. reg.* L.), amande entière	72,20	0,1813	0,5368	0,338
Sarrazin (*Polyg. fag.* L.), partie aérienne en fleurs	6,76	0,2211	0,6467	0,342
Sarrazin (*Polyg. fag.* L.), racine	3,60	0,1964	0,5714	0,344
Champignon de couche (*Psal. camp.* L.)	12,00	0,4010	1,1250	0,356
Maïs (*Zea mays* L.), graine	90,43	0,1978	0,5368	0,369
Panais (*Past. sat.* L.), racine	23,54	0,2280	0,6244	0,365
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), tubercule	26,23	0,1689	0,3673	0,460
Froment (*Trit. sat.* L.), partie aérienne en fleurs	22,95	0,2184	0,4934	0,443
Orge (*Hord. vulg.* L.), graine	89,69	0,2500	0,5497	0,455
Haricot (*Phas. vulg.* L.), feuille	13,38	0,2870	0,6300	0,456
Maïs (*Zea mays* L.), part. aér. en fleurs	10,93	0,2159	0,6773	0,466
Épinard (*Spin. ol.* L.), feuille	4,15	0,5974	1,0139	0,589

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Nous tenions à doser l'eau de manière à pouvoir calculer les teneurs en métalloïdes à la fois par rapport à la matière fraîche et à la matière sèche.

([3]) *Loc. cit.*

Noms des plantes ou parties de plantes.	Matière sèche pour 100.	Pour 100 de matière sèche. Soufre.	Phosphore.	Rapport S/P.
Avoine (*Aven. sat.* L.), part. aér. en fleurs.	16,90	0,4106	0,6723	0,611
Laitue (*Lact. sat.* L.), feuille verte......	6,38	0,3694	0,5991	0,617
Pois (*Pis. sat.* L.), feuille...............	11,03	0,4271	0,6865	0,622
Foin de graminées.....................	90,00	0,2046	0,3185	0,642
Pivoine (*Paeon. off.* L.), partie aérienne..	23,53	0,2266	0,3416	0,663
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), part. aér..	9,22	0,3818	0,5316	0,718
Ricin (*Ric. comm.*), partie aérienne......	13,45	0,4573	0,5946	0,769
Tabac (*Nicot. tab.* L.), feuille...........	9,40	0,3694	0,4538	0,814
Trèfle commum (*Trif. prat.* L.), partie aérienne en fleurs....................	16,33	0,2692	0,3246	0,829
Café (*Coff. ar.* L.), graine..............	90,04	0,1758	0,2094	0,840
Radis (rose) (*Raphan. sat.* L.), racine...	3,65	0,4930	0,5612	0,879
Panais (*Past. sat.* L.), partie aérienne....	14,09	0,6194	0,6327	0,980
Oignon (*All. cepa.* L.), bulbe...........	10,03	0,5617	0,5625	0,999
Luzerne (*Med. sat.* L.), part. aér. en fleurs.	22,45	0,4999	0,4725	1,058
Riz (*Oryza sat.* L.), graine polie.........	90,01	0,1868	0,1734	1,077
Trèfle blanc (*Trif. rep.* L.), plante entière en fleurs............................	12,48	0,5164	0,4399	1,174
Colza (*Brass. nap. ol.* D. C.), partie aér.	8,90	0,9888	0,6344	1,559
Ail (*All. sat.* L.), bulbe................	30,98	0,7980	0,4636	1,721

A ces résultats, il est intéressant d'ajouter ceux que l'on peut calculer à partir des exemples donnés dans notre dernier Mémoire, non seulement parce qu'ils en augmentent le nombre [1], mais surtout parce qu'ils fournissent des termes de comparaison pour apprécier le retentissement des méthodes de dosage sur la valeur du rapport S/P :

Noms des plantes ou parties de plantes.	Rapport S/P dans : les cendres.	la mat. fraîche.	la mat. séchée.
Froment (*Trit. sat.* L.), graine..........	0,192	0,350	0,385
Mâche (*Valer. olit. Poll.*), part. aér.....	0,226	0,482	0,452
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), tubercule.	0,276	0,515	0,515
Luzerne (*Med. sat.* L.), part. aér. fl......	0,413	0,884	0,826
Trèfle commun (*Trif. prat.* L.), part. aér.	0,462	0,893	0,902
Oignon (*All. cepa* L.), bulbe.............	0,282	1,130	0,922
Pissenlit (*Tar. off. Wigg.*), part. aér. fl..	0,628	1,386	1,360
Colza (*Brass. sat. ol.* D. C.), part. aér. fl..	1,029	1,768	1,806

Exception faite du son de froment, formé surtout par les téguments de la

(1) Les échantillons analysés ici sont différents de ceux du tableau précédent.

graine, il est rare, d'après tous ces résultats, que la proportion de soufre contenue dans une plante ou dans un organe végétal n'atteigne pas le tiers de celle du phosphore. Il y a davantage d'exemples, au contraire, où cette proportion est supérieure, où il y a plus de soufre qu'il n'y a de phosphore. Malgré la variété des plantes et des organes examinés, le rapport S/P ne varie pas, en somme, d'une manière très étendue, il reste compris, à très peu près, entre 0,3 et 1,7. Il est, en général, plus élevé dans les feuilles que dans les racines et dans les graines.

Si l'on tient compte seulement des parties aériennes, récoltées en général au moment de la floraison, c'est-à-dire au moment où le développement est le plus complet, la variation du rapport S/P apparaît encore plus étroite, car elle ne va plus que de 0,44 pour le froment à 1,56 pour le colza. A ce moment, on peut dire que les plantes renferment, en nombres ronds, pour 100^{kg} de phosphore, entre 50 et 150^{kg} de soufre.

Ces résultats ne peuvent manquer de retenir l'attention des agronomes; ils établissent d'une manière frappante l'importance des besoins de soufre des plantes cultivées et donnent une première idée des proportions d'engrais qui doivent être utilisées pour les satisfaire.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les globes excavateurs.* Note (1) de M. **E. Mathias.**

L'énergie énorme de la matière fulminante permet aux foudres globulaires d'exercer, pendant leur courte existence, suivant les cas, deux sortes d'effets mécaniques. Dans l'une d'elles, les foudres tournent très rapidement, autour d'un axe vertical ou sensiblement vertical et soumis à un mouvement de précession, et creusent à la surface du sol, à la façon d'une *fraiseuse*, des trous circulaires très réguliers, cylindriques, souvent équidistants et égaux, quelquefois se rapprochant et diminuant de plus en plus. Parfois, au contraire, les foudres globulaires creusent des *sillons* plats ou profonds, courts ou longs.

Dans ce phénomène d'érosion, de creusement, il semble qu'il y ait véritablement caléfaction, la matière fulminante sans toucher le sol, agissant mécaniquement par les gaz qu'elle dégage continuellement à la partie inférieure, en se refroidissant à proximité du sol. Il en résulte que son énergie

(1) Séance du 2 décembre 1929.

par centimètre cube se transforme directement en travail mécanique, *le volume de la foudre allant constamment en diminuant à mesure que le travail mécanique augmente.*

Par son long contact, plus ou moins médiat avec la terre, *la foudre globulaire se désélectrise progressivement et finit par s'éteindre.*

Supposons une foudre sphérique tournant autour d'un axe normal au sol avec une vitesse constante.

Si la surface du sol est rigoureusement horizontale, la foudre creuse un trou cylindrique d'axe vertical, dont la profondeur augmente avec le temps.

Si la surface du sol est légèrement inclinée par rapport à l'horizon, on démontre aisément qu'elle creuse des trous cylindriques identiques, équidistants, le long d'une ligne de plus grande pente.

Si, le sol étant oblique à l'horizon, la vitesse de rotation de la foudre globulaire va en diminuant en même temps que son rayon, les axes des trous circulaires creusés vont en se rapprochant en même temps que les rayons des trous creusés vont en diminuant.

Voici deux exemples :

a. A Paris, le 28 avril 1839, une foudre tomba au milieu de la cour de l'Office central de la Douane, encore en construction :

« Cette foudre avait la forme d'un *gros globe de feu et elle était accompagnée d'une traînée de vapeur;* elle frappa le sol formé de remblais nouveaux, elle y creusa un enfoncement de 18^{cm} de diamètre : elle s'y agitait violemment *en tournant sur elle-même*, enleva les terrains meubles, puis elle rejaillit pour retomber à 3^{m} plus loin, où elle fit une nouvelle excavation de 9^{cm} de diamètre en s'agitant toujours.

» Le globe saute après sur le mur d'enceinte, en parcourt le dessus pendant une trentaine de mètres, *s'élance sur une rue trempée de pluie*, *s'y traîne en décrivant une longue ligne serpentine*, entre dans l'hôpital Saint-Louis, et vole dans la cour. *A mesure que le temps s'écoulait, on voyait sa masse s'amoindrir;* lorsqu'elle arriva au milieu de la cour de l'hôpital Saint-Louis, ce n'était plus qu'une lumière très mince, peu lumineuse, qui disparut tout à coup [1]. »

b. Terminons par un exemple complexe et curieux. Il s'agit du globe, *moitié rouge et moitié blanc*, qui, le 30 novembre 1888, s'arrêta sur le poitrail du cheval attaché à la voiture de M. Ernest de Poulpiquet. Le phéno-

---

[1] Amédée Guillemin, *Le monde physique*, 3, p. 492. Paris, 1888.

mène avait une phase antérieure et commença avec la descente *d'une masse bleue* sur un chêne :

« Du haut du vieux chêne, se détachèrent d'assez forts morceaux de bois; une grande branche supérieure et le reste du tronc furent labourés par la foudre qui détacha une certaine largeur d'écorce en suivant le sens de la sève jusqu'à la racine dans le champ, où elle s'avança de $1^{m},50$, revint, en glissant sur l'herbe, pour remonter sur le talus en suivant une grosse racine qu'elle nettoya sans la dénuder, *fit sur ce talus un trou irrégulier de* 30^{cm} *en tous sens*, s'en échappa *par une rigole* faite par elle à l'orifice supérieur, s'enfonça dans la terre du talus, *sortit par trois trous*, suivit deux sentiers différents pour se rendre sur la route sans brûler la lande qu'elle a traversée, courut en se rejoignant à 25 pas de là au poitrail de la jument après avoir renversé le garçon sur son passage *et nous apparut rouge à droite et blanche à gauche* (¹). »

Ce qui nous intéresse dans cet exemple, ce n'est pas le travail confus d'excavation, ni le fait que le globe se partage en trois parties qui, suivant deux sentiers différents, viennent après se rejoindre en une seule masse; c'est le fait entièrement nouveau que le *globe bleu* tombé sur le chêne, *dont la partie superficielle était souillée de soufre puisqu'elle émettait la couleur bleue caractéristique du soufre brûlant à l'air*, ayant à la fin de ses évolutions utilisé l'énergie des parties voisines de sa surface primitive, s'est purgée de son soufre au point qu'il apparaît en dernier lieu comme une matière fulminante *pure* n'ayant plus que les couleurs (blanche et rouge) du corps noir qui se refroidit.

Ce serait donc le cas d'une foudre globulaire, pure à l'origine, qui se serait souillée superficiellement en absorbant, dans son passage à travers l'air, des matières végétales ou animales contenant du protoplasma et, par conséquent, du soufre. C'est une des plus belles confirmations de notre théorie sur la formation des foudres globulaires, dont les couches concentriques peuvent être fort différentes les unes des autres.

Dans la forme serpentine sulfureuse blauche, citée dans la Note précédente, la surface extérieure était constituée par de la matière fulminante *pure*, le soufre étant en profondeur, ce qui est le cas inverse du précédent.

Enfin, dans le globe de l'Office central de la Douane, la traînée de vapeur résultait uniquement, conformément à nos idées, d'une particularité de structure des couches de matière fulminante voisines de sa surface, car ces couches évaporées, la traînée de vapeur a disparu *ipso facto*.

(¹) *Cosmos*, 38, 1889, p. 142, 182.

M. **P. Bazy** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre *Urologie pratique*.

M. **H. Lecomte** fait hommage à l'Académie du fascicule 9, tome cinquième, de la *Flore générale de l'Indo-Chine* publiée sous sa direction : *Urticacées* (fin), par F. Gagnepain; *Juglandacées*, *Myricacées*, *Casuarinacées*, par L.-A. Dode; *Fagacées*, par R. Hickel et A. Camus.

NOMINATIONS.

M. **Émile Picard** est désigné pour représenter l'Académie à la célébration du Centenaire de la *Revue des Deux Mondes*, à la Sorbonne, le 15 décembre.

PLIS CACHETÉS.

M. **Auguste Cabanes** demande l'ouverture de deux plis cachetés reçus l'un le 25 novembre 1929 et inscrit sous le n° 10239, l'autre le 9 décembre 1929.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent l'exposé d'un *Traitement simple* des vomissements même graves *de la grossesse*.

(Renvoi à la section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Nicolle**, élu membre non résidant, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Hustache. *Curculionides de la Guadeloupe*. Première partie. (Présenté par M. L. Mangin.)

2° Royaume de Belgique. Ministère des Colonies. *Les Tsé-tsés*, par Émile Hegh. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des réseaux.* Note [1] de M. A. **Demoulin**.

1. Convenons de désigner par E_p un espace linéaire à p dimensions.

Soit M le point générateur d'un réseau (u, v) situé dans un espace E_{n+2}, n étant $\geqq 2$. Désignons par t_0, t_1 les tangentes aux courbes (M_u), (M_v), c'est-à-dire les courbes décrites par M lorsque u ou v varie seul.

On peut attacher aux droites t_0, t_1 une ligne brisée L, généralement indéfinie dans les deux sens, de côtés $\ldots, t_{-2}, t_{-1}, t_0, t_1, t_2, \ldots$ et telle que deux côtés consécutifs de cette ligne soient les tangentes d'un réseau (u, v). Pour abréger, nous dirons que Γ est une ligne brisée de Laplace. Les paramètres directeurs $m_i, \ldots, m_{i,n+1}$ de t_i, $i = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$, satisfont à une équation de Laplace et se déduisent de ceux de t_{i-1} au moyen d'une transformation de Laplace. Faisons correspondre à la droite t_i, dans un espace E_n, la $(n-1)$-sphère (si n est > 2) ou le cercle (si $n = 2$) dont l'équation est $\Sigma m_{ik} x_k = 0$, $x_1, x_2, \ldots, x_{n+2}$ désignant des coordonnées sphériques (si n est > 2) ou tétracycliques (si $n = 2$). Nous désignerons par (i) cette $(n-1)$-sphère ou ce cercle. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ p nombres entiers différents deux à deux, p étant $\leqq n$. Désignons par $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p)$ l'intersection de (α_1), (α_2), $\ldots$, (α_p). En se servant des formules relatives à la transformation de Laplace, on est conduit aux résultats suivants :

$(i, i+1, \ldots, i+p)$, $i = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, p \geqq 1$ est la caractéristique de $(i, \ldots, i+p-1)$, v variant seul, et de $(i+1, \ldots, i+p)$, u variant seul.

$(i+1, \ldots, i+p-1)$, $p \geqq 2$, $n > 2$ a pour caractéristique $(i, \ldots, i+p-1)$, u variant seul, et $(i+1, \ldots, i+p)$, v variant seul.

$(i+1, \ldots, i+p)$, $(p < n-1$ a pour caractéristique $(i, \ldots, i+p+1)$.

2. La loi d'orthogonalité de Cl. Guichard permet d'attacher à la ligne brisée L une ligne brisée de Laplace L′, de côtés $\ldots, t'_{-2}, t'_{-1}, t'_0, t'_1, t'_2, \ldots$. Tout côté de L (ou L′) est orthogonal à $n+1$ côtés consécutifs de L′ (ou L) [2].

Soit $(i)'$ la $(n-1)$-sphère ou le cercle qui correspond à t'_i. (i') est ortho-

---

[1] Séance du 2 décembre 1929.

[2] Désignons par P_i et P'_i deux points d'un espace E_{n+1}, les coordonnées homogènes de ces points étant respectivement les paramètres directeurs de t_i et les paramètres directeurs de t'_i. Les points P_i sont les sommets d'une ligne brisée de Laplace Λ : $\ldots P_{-2} P_{-1} P_0 P_1 P_2 \ldots$ et les points P'_i, les sommets d'une ligne brisée de Laplace Λ′ : $\ldots P'_{-2} P'_{-1} P'_0 P'_1 P'_2 \ldots$. Tout sommet de Λ (ou Λ′) est le pôle par rapport à l'hyperquadrique définie par l'équation $\Sigma x_i^2 = 0$, du n-plan passant par $n+1$ sommets consécutifs de Λ′ (ou Λ).

gonale ou orthogonal aux $(n-1)$-sphères ou aux cercles qui correspondent à $n+1$ côtés consécutifs de L.

3. Soit $n=4$. La caractéristique de la 3-sphère (i) est le cercle $(i-1, i, i+1)$, que nous désignerons par Γ_i. Les cercles Γ_i, Γ_{i+1} appartiennent à la 2-sphère $(i, i+1)$, que nous désignerons par S_i. Soient A_i, B_i les points d'intersection de ces cercles. Les courbes (A_{iv}), (B_{iv}) sont tangentes à Γ_i; les courbes (A_{iu}), (B_{iu}) sont tangentes à Γ_{i+1}. Supposons que la 3-sphère $(i)'$ soit orthogonale aux 3-sphères $(i-2)$, $(i-1)$, (i), $(i+1)$, $(i+2)$. Sa caractéristique est le cercle Γ'_i, conjugué au cercle Γ_i. Les points d'intersection A'_i, B'_i des cercles Γ'_i, Γ'_{i+1} sont les foyers de la 2-sphère S_i.

4. A tout point de E_4, de coordonnées hexasphériques $x_1, x_2, \ldots, x_6$, faisons correspondre, dans un espace E_3, la droite dont les coordonnées de Klein sont $x_1, x_2, \ldots, x_6$. Aux cercles conjugués Γ_i, Γ'_i correspondront deux demi-quadriques complémentaires portées par une quadrique Q_i (sauf si Γ_i est de rayon nul). Les huit points caractéristiques de cette quadrique peuvent être répartis en deux groupes de quatre points, les points de chaque groupe étant les sommets d'un quadrilatère dont les côtés sont des génératrices rectilignes [voir mon Mémoire *Sur la transformation de Guichard et sur les systèmes* K (*Académie royale de Belgique*, 1919)]. Les quadriques Q_i, Q_{i+1} se coupent suivant quatre droites; les sommets du quadrilatère formé par ces droites sont des points caractéristiques pour chacune des quadriques.

5. Si le réseau, lieu du point M, est O, les droites de E_3 qui correspondent aux points A'_0, B'_0 engendreront le couple le plus général de congruences doublement stratifiées. Les quadriques Q_0 et Q_1 sont celles que nous avons introduites dans la théorie de ces congruences [1]. Si, en outre, le réseau dont t'_0, t'_1 sont les tangentes et O les droites qui correspondent aux points A_0, B_0 engendreront évidemment un second couple de congruences doublement stratifiées. Nous avons étudié ce cas particulier dans le Mémoire cité.

6. Lorsque la congruence, lieu de t_0, est I, la 3-sphère (0) est de rayon nul et son centre décrit un réseau O. La droite qui correspond à ce point engendre la congruence W la plus générale. Cette correspondance entre les réseaux O de E_4 et les congruences W est d'ailleurs bien connue. Grâce aux considérations précédentes, elle conduit à diverses propriétés des congruences W.

---

[1] Une quelconque des quadratiques Q_i est la quadrique à deux paramètres la plus générale dont les points caractéristiques jouissent de la propriété indiquée.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des surfaces.* Note de M. **H. Krebs.**

Nous considérons une surface rapportée à ses lignes de courbure et nous désignons par u, v les coordonnées curvilignes, par E, G les coefficients de l'élément linéaire, par $r_{u,u}$, $r_{u,v}$ les rayons de courbure principaux de la surface correspondant aux courbes u, v et par $r_{t,u}$, $r_{t,v}$ les rayons de courbure géodésiques de ces courbes.

Nous prenons pour la seconde forme fondamentale

$$a\Psi = -(\mathrm{D}\,du^2 + \mathrm{D}''\,dv^2), \tag{1}$$

les coefficients D et D″ étant déterminés par les relations

$$\mathrm{D} = \Sigma c \frac{\partial^2 x}{\partial u^2}, \qquad \mathrm{D}'' = \Sigma c \frac{\partial^2 x}{\partial v^2}, \tag{2}$$

les quantités c, c' et c'' étant les cosinus directeurs de la normale à la surface.

Nous posons

$$m = \frac{\sqrt{\mathrm{E}}}{r_{t,v}}, \qquad \varphi = \frac{\sqrt{\mathrm{E}}}{r_{u,v}}, \tag{3}$$

$$n = \frac{\sqrt{\mathrm{G}}}{r_{t,u}}, \qquad \psi = \frac{\sqrt{\mathrm{G}}}{r_{u,u}}. \tag{4}$$

Les équations de Codazzi deviennent

$$\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + \varphi\psi = 0, \tag{5}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial v} - m\psi = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial u} - n\varphi = 0, \tag{7}$$

$$m = -\frac{1}{\sqrt{\mathrm{G}}} \frac{\partial \sqrt{\mathrm{E}}}{\partial v}, \tag{8}$$

$$n = -\frac{1}{\sqrt{\mathrm{E}}} \frac{\partial \sqrt{\mathrm{G}}}{\partial u}. \tag{9}$$

Nous posons encore

$$l = -\left(\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u}\right). \tag{10}$$

Le système formé par les équations (5), (6) et (7) peut être remplacé

par l'équation aux différentielles totales

$$d\varphi = \left(-\frac{n}{l}\varphi^3 + \frac{\partial \log l}{\partial u}\varphi\right) du + \frac{ml}{\varphi} dv. \tag{11}$$

Si l'on forme l'équation de condition d'intégrabilité de l'équation (11) et qu'on suppose que les quantités l, m et n ne sont pas constantes, on obtient un système d'équations intégrables. On en déduit pour les fonctions m et n les valeurs

$$m = \pm \frac{u_1 v'}{2 v_1 (u - v)}, \tag{12}$$

$$n = \pm \frac{u' v_1}{2 u_1 (u - v)}. \tag{13}$$

Les quantités u, u_1 sont des fonctions de u et les quantités v, v_1 des fonctions de v telles que les fonctions m et n satisfont à l'équation

$$\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} = \frac{m v_1^2}{v'}. \tag{14}$$

Si l'on prend les signes supérieurs pour les fonctions m et n, on obtient des surfaces dont l'élément linéaire a la forme de Liouville

$$ds^2 = (u - v)(u_1^2\, du^2 + v_1^2\, dv^2). \tag{15}$$

Si l'on prend les signes inférieurs pour les fonctions m et n, on obtient l'élément linéaire

$$ds^2 = \frac{1}{u - v}(u_1^2\, du^2 + v_1^2\, dv^2). \tag{16}$$

Les équations (5) et (11) donnent

$$\varphi = \pm u_1 \sqrt{-\frac{v - c}{2(u - v)(u - c)}}, \tag{17}$$

$$\psi = \pm v_1 \sqrt{\frac{u - c}{2(u - v)(v - c)}}, \tag{18}$$

la quantité c étant une constante arbitraire.

Les coefficients de la seconde forme fondamentale s'obtiennent au moyen des fonctions φ et ψ par les relations

$$D = \varphi\sqrt{E}, \qquad D'' = \psi\sqrt{G}. \tag{19}$$

Nous avons donc pour un élément linéaire de Liouville déterminé par les relations (12) à (14) les surfaces rapportées à leurs lignes de courbure dont

la seconde forme fondamentale est

$$(20)\qquad d\Psi = \pm\left(u_1^2\sqrt{-\frac{v-c}{2(u-c)}}\,du^2 - v_1^2\sqrt{-\frac{u-c}{2(v-c)}}\,dv^2\right).$$

Les surfaces, rapportées à leurs lignes de courbure, qui ont un élément linéaire défini par la relation (16) et dont les coefficients sont déterminés par les relations (12) à (14), ont pour seconde forme fondamentale l'expression

$$(21)\qquad d\Psi = \pm\frac{1}{u-v}\left(u_1^2\sqrt{-\frac{v-c}{2(u-c)}}\,du^2 - v_1^2\sqrt{-\frac{u-c}{2(v-c)}}\,dv^2\right).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions définies par une série de Dirichlet.* Note de MM. **Mandelbrojt** et **Gergen**, présentée par M. Hadamard.

En partant d'un théorème de M. Julia, on voit qu'une fonction entière représentée par une série $f(s) = \Sigma a_n e^{-ns}$ $(s = \sigma + it)$ et qui n'est pas un polynome de Dirichlet possède dans chaque bande fermée $|t - t_0| \leqq \pi$ une droite horizontale $t = t_1$ telle que dans toute bande rectiligne horizontale contenant cette droite elle prend toutes les valeurs sauf peut-être une. D'après le même théorème de M. Julia, cette fonction possède une demi-droite telle que dans tout angle contenant cette droite elle prend également toutes les valeurs sauf une au plus.

Une série de Dirichlet *générale* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ $(\lambda_{n+1} > \lambda_n > 0 \lim \lambda_n = \infty)$ qui représente une fonction entière étant donnée, nous dirons qu'elle possède une demi-droite J si elle prend toutes les valeurs, sauf peut-être une, dans tout angle dont cette droite est la bissectrice. Nous dirons qu'elle possède une droite $\bar{J}$ (qui est supposée horizontale) si, dans toute bande horizontale rectiligne qui contient cette droite, $f(s)$ prend toutes les valeurs sauf peut-être une.

Il est évident qu'il existe des fonctions entières qui ne possèdent pas de droites $\bar{J}$. Par exemple e^{as}.

Nous démontrons les théorèmes suivants :

Théorème I. — *Une fonction entière représentée par une série de Dirichlet* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ $(a_n \neq 0)$,

$$(1)\qquad \underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = g > 0$$

est telle que dans toute bande horizontale de largeur $\frac{2\pi}{g}$ *elle jouit de la propriété suivante : ou bien elle y possède une droite* $\overline{J}$, *ou bien on a dans cette bande*

$$\lim_{\sigma=-\infty} |f(s)e^{\lambda_n s}| = \infty$$

uniformément quel que soit n.

Théorème II. — *Si* (1) *est vérifié et si l'ordre de la fonction entière* $f(s)$ *au sens de M. Ritt* [1] *est* $\rho > 0$, $f(s)$ *possède une droite* $\overline{J}$ *dans toute bande horizontale de largeur*

$$\frac{2\pi}{\alpha} \qquad [\alpha = \min(2\rho, g)].$$

Théorème III. — *Une fonction entière* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *vérifiant* (1) *possède les deux demi-droites verticales issues de l'origine comme droites* J.

Théorème IV. — *Une fonction* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *vérifiant les conditions du théorème II admet toute demi-droite issue de l'origine et d'argument compris entre* $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$ *comme droite* J.

Théorème V. — *Si*

(2) $$\lim (\lambda_{n+1} - \lambda_n) = \infty$$

et si $f(s)$ *est d'ordre infini toute droite horizontale est une droite* $\overline{J}$.

Le théorème II pour le cas où $\rho = \infty$ et où $\lambda_n = n$ et le théorème V pour le cas $\lambda_n = n$ font partie des théorèmes de M. Polyà. M. Polyà introduit la notion de la densité maxima [2].

Nous indiquons quelques points de la démonstration.

Nous utilisons la fonction $\Sigma g(\lambda_n) a_n e^{-\lambda_n s}$ où $g(z)$ annule tous les λ_n sauf un d'entre eux et dont la croissance est convenablement choisie [3].

---

[1] D'après un théorème de M. Ritt, $f(s)$ étant d'ordre ρ (au sens précité), on a

$$\overline{\lim} \frac{\log a_n}{\lambda_n \log \lambda_n} = -\frac{1}{\rho}.$$

(Voir *American Journal of Mathematics*, 50, 1928, p. 73.)

[2] Voir *Mathematische Zeitschrift*, 29, 1929, p. 549.

[3] Ce procédé a été employé par M. Weinberg pour la démonstration du théorème sur les coupures et concernant les séries de Dirichlet. L'emploi de la fonction $g(z)$ est devenu classique depuis les recherches de M. Faber (voir le *Mémorial* de M. Valiron sur les séries de Dirichlet, 17, 1926, p. 22).

Ceci nous permet de voir que si $\lambda_{n+1} - \lambda_n > 1$, dans aucune suite de cercles de rayons supérieurs à π et dont les parties réelles des affixes des centres tendent vers $-\infty$, $|f(s)|$ n'est borné.

Ce fait combiné avec la théorie des familles normales donne les théorèmes I et III.

Les autres théorèmes se démontrent par des méthodes semblables, en y ajoutant toutefois un théorème bien connu, de M. Valiron, concernant le comportement d'une fonction holomorphe dans un angle où son ordre est déterminé.

Nous ferons paraître les démonstrations de ces théorèmes dans un autre Recueil.

MÉCANIQUE. — *Les variations de sensibilité des freins autoserreurs sur véhicule automobile.* Note de M. **D.-S. de Lavaud**, présentée par M. Rateau.

Les servo-freins indirects, mécaniques ou à dépression, sont encombrants, lourds, onéreux, décalent l'action et fatiguent la tringlerie. Il est plus rationnel d'amplifier l'effort où on l'utilise, par le frottement même des mâchoires. Mais cette aide directe dépend des moments des réactions de contact par rapport aux butées et articulations, donc des positions des centres de pression sur les garnitures. Avec de simples articulations ou des butées radiales usuelles, ces centres sont mobiles, suivant l'usure, les excentricités des tambours et les déformations des mâchoires.

Même en tronquant les garnitures, ce qui accroît l'usure et la brutalité, une sensibilité variable reste le défaut capital de tels freins et en limite l'emploi. Une liaison judicieuse des mâchoires, fixant les centres de pression, peut seule définir une loi linéaire entre le couple de freinage et l'effort exercé, sinon la précision est illusoire. Dans ce but, j'ai adopté des mâchoires flottantes, articulées sur une barrette, à commande hydraulique par pistons opposés, l'un de marche avant, l'autre de marche arrière, qui fait butée fixe en marche avant, avec rattrapage automatique du jeu d'usure. Le centrage est spontané, même sur tambour désaxé, et les freins desserrés ne peuvent frotter sous pression.

Les efforts F et F′ d'ouverture et de butée étant parallèles à la compression T de la barrette sur elle-même, il en est de même des réactions de

contact P et P'. Les centres de pression I et I' sont ainsi stabilisés sur le diamètre II' incliné sur T de l'angle de frottement φ, dans le sens où tourne le tambour, II' étant pris comme axe de symétrie de chaque garniture.

Un mouvement instantané d'une mâchoire résulte de trois rotations, l'une autour de son centre O, les autres, provoquant le serrage, autour des articulations A et A', se réduisant en une seule en D sur AA', tel que OD soit normal à l'axe II' des pressions.

La pression se répartit comme si les mâchoires s'ouvraient autour du centre virtuel D. Elle est, en M, proportionnelle au déplacement radial, donc à la distance Dm de D à OM : maximum en I et I', elle varie, pour chaque mâchoire, comme le cosinus de l'obliquité β de OM sur l'axe des pressions.

Les coefficients d'amplification n_1 et n_2 des mâchoires d'entrée et de sortie, tels que $T = n_1 F$, $F' = n_2 T$, sont d'autant plus grands que la barrette, pour l'un, et la butée, pour l'autre, sont plus près du centre. Le coefficient global est $n = n_1 n_2$, avec $F' = nF$, le couple de frottement $C_f = e(F' - F) = eF(n - 1)$ étant le moment central de $F' - F$.

Comme $P' - P = F' - F$, les progressions sont inégales sur les mâchoires d'entrée et de sortie et d'autant plus que la butée est plus bas. Pour $\tang\varphi = 0{,}30$, j'ai pris, suivant les cas, $n = 10$ à 15, alors qu'avec les freins usuels, 5 à 6 est, à l'usage, un maximum. A de telles mâchoires s'adaptent des garnitures sur 140°, une ouverture plus grande n'ayant pas d'intérêt, le freinage étant puissant et très doux, avec deux à trois fois moins d'usure que d'ordinaire.

J'estime, en résumé, que la stabilisation des centres de pression marque un progrès décisif dans la technique des freins autoserreurs.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement képlérien troublé par un champ de gravitation extérieur.* Note de M. **H. Mineur**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons étudié l'action du champ de gravitation de l'ensemble des étoiles sur le mouvement képlérien des planètes et des étoiles doubles.

1. Soient $Oxyz$ trois axes ayant pour origine le Soleil ou le centre de gravité d'un système binaire. Le potentiel de gravitation de la galaxie dans le voisinage de O est représenté avec une approximation suffisante par l'expression

$$V(x, y, z) = V_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 z + B_1 x^2 + B_2 y^2 + B_3 z^2 + 2C_1 zx + 2C_2 xy + 2C_3 yz.$$

Désignons par $\varphi(x, y, z)$ l'ensemble des termes du second degré de V : la fonction perturbatrice R se réduit à φ.

2. Le demi-grand axe a n'a que des inégalités périodiques; la longitude moyenne de l'époque présente un terme séculaire, mais comme dans bien d'autres cas, ce terme vient se fondre dans le terme nt de la longitude moyenne et ne peut être mis en évidence par l'observation que s'il atteint de très grandes valeurs.

3. Le nœud et le périhélie présentent des inégalités séculaires. Posons avec Tisserand

$$h = e\sin\varpi, \qquad p = \tang i \sin\Omega; \qquad l = e\cos\varpi, \qquad q = \tang i \cos\Omega,$$

et négligeons les termes du troisième dégré par rapport à l'excentricité et à l'inclinaison, les parties séculaires de h, l, p, q sont définies par le système

d'équations

$$n\frac{dp}{dt} = C_1 + C_3 p + q(B_3 - B_2), \qquad n\frac{dh}{dt} = 5C_3 h - (4B_1 - B_2)l;$$

$$n\frac{dq}{dt} = C_2 + (B_1 - B_3)p - C_3 q, \qquad n\frac{dl}{dt} = -(4B_2 - B_1)h - 5C_3 l.$$

Contrairement à ce qui se produit pour les perturbations mutuelles des planètes, ces termes séculaires ne se réduisent à des termes périodiques à très longue période que si certaines conditions sont vérifiées :

4. Pour le nœud et l'inclinaison, il faut que la perpendiculaire au plan de l'orbite ait une direction voisine du plus grand ou du plus petit axe de la quadrique

$$\varphi = 1.$$

5. Pour le périhélie et l'excentricité il faut que la conique, intersection de la quadrique précédente par le plan de l'orbite, soit une ellipse dont le rapport des axes est compris entre $\frac{1}{2}$ et 2.

6. Les perturbations périodiques de la longitude et de la latitude sont :

$$\text{Perturbation en longitude} = -\frac{a^3}{K^2}\left[\frac{B_1 - B_2}{2}\sin 2g - C_3 \cos 2g\right];$$

$$\text{Perturbation en latitude} = \frac{a^3}{4K^2}\left[C_1(\sin g + \sin 3g) + C_2(\cos g - \cos 3g)\right],$$

où g désigne la longitude moyenne.

7. On peut se demander quel est l'ordre de grandeur des coefficients de V au voisinage du Soleil. Remarquons que V est le potentiel de gravitation microscopique de la galaxie au voisinage du Soleil ; il vérifie l'équation de Laplace

$$\Delta V = 0.$$

Par contre, si l'on appelle V′ le potentiel de gravitation microscopique qui fait mouvoir les étoiles, on a

$$\Delta V' = -4\pi f\nu,$$

f désignant le coefficient de la loi de Newton, et ν la densité stellaire.

Il est facile de passer de V′ à V :

$$A_i = A'_i, \qquad C_i = C'_i, \qquad B_i = B'_i + \frac{4\pi}{3}f\nu.$$

On peut se proposer de calculer les coefficients de V′ d'après ce que nous

savons de la répartition des mouvements stellaires, et en appliquant les méthodes classiques de la dynamique statistique : Les coefficients B'_i et C'_i qui nous intéressent dépendent, non pas comme on aurait pu le croire *a priori*, des éléments de la rotation différentielle de la galaxie, mais de la variation des éléments des ellipsoïdes de vitesses résiduelles d'un point à un autre de l'espace.

Cette variation des ellipsoïdes de vitesses n'a pas encore été étudiée et nous espérons aborder cette étude lorsque nous aurons terminé nos recherches sur la rotation galactique; on peut cependant se faire une idée de son ordre de grandeur.

8. On conclut de cette étude que les coefficients de φ sont de l'ordre de 10^{-18} à 10^{-20}, en prenant comme unités celles qu'on adopte en mécanique céleste pour étudier les mouvements planétaires. Les inégalités signalées sont maxima pour Neptune; or pour cette planète elles n'atteignent que quelques centièmes de secondes d'arc. On ne peut songer à les mettre en évidence actuellement.

9. Remarquons que les positions stables des pôles des orbites planétaires se trouvent dans le plan galactique, perpendiculaires au centre de rotation, ou dans le méridien galactique qui passe par ce centre. Nous avons calculé les coordonnées galactiques des pôles des orbites des grosses planètes :

Planète...	Mercure.	Vénus.	Terre.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune
Long. gal.	239° 10′	242° 31′	243° 16′	241° 45′	243° 34′	244° 28′	243° 1′	244° 36
Lat. gal...	24°	−26° 7′	−29° 27′	−28° 43′	−28° 11′	−27° 12′	−28° 52′	−28° 49

On ne peut manquer d'être frappé par ce fait que toutes ces longitudes galactiques diffèrent à peine de 243°, longitude du centre de l'amas local d'après Charlier et d'après Shapley, et centre supposé de rotation de l'ensemble des étoiles avoisinantes.

GÉOGRAPHIE. — *La vraie altitude du Beerenberg de Jan Mayen.* Note [1] de M. P.-L. MERCANTON, présentée par M. J. Charcot.

La première ascension du Beerenberg de Jan Mayen, le 11 août 1921, par MM. Mercanton, Wordie et Lethbridge a ouvert un débat inattendu et bien propre à conseiller prudence et modestie aux géographes, celui de

[1] Séance du 2 décembre 1929.

l'altitude réelle de cette montagne. En effet, nous dûmes nous convaincre, si surprenant que ce fût, que la hauteur inscrite par von Bobrik sur la carte de la Mission autrichienne de 1882-1883 excédait considérablement la hauteur vraie. Toutefois le désaccord de nos anéroïdes nous détourna d'accorder le poids voulu à nos mesures comme aussi de hasarder un chiffre précis. Dans une relation de voyage publiée en 1924 par l'*Écho des Alpes* (Genève, n° 8, 1924) j'avais admis, provisoirement la cote 2335^{m}. Cette valeur dépassait, d'autre part, notablement les altitudes données en 1817 par Scoresby : 2094^{m} et en 1877 par l'expédition norvégienne Mohn-Wille : 1952^{m}. Ce sont là divergences vraiment insolites et que seules peuvent expliquer les difficultés particulières du travail cartographique sur le terrain inhospitalier de Jan Mayen, île de bourrasques et de brumes.

Certaines constatations troublantes, faites en 1921 et, dans les mêmes parages, jetaient aussi le doute sur les linéaments de la carte autrichienne. Je priais alors l'Institut géophysique de Tromsœ, dont la Station de Jan Mayen dépend, de bien vouloir charger le personnel résident de déterminer à nouveau l'altitude litigieuse. Ce travail ne put être entrepris qu'en 1927, par M. Finn Devold, aussi bien que le lui permettait un équipement peut-être un peu insuffisant. Le météorologiste norvégien trouva 2080^{m}. Ce chiffre, obtenu correctement, semble-t-il, au moyen d'une base de 3^{km} et d'angles favorables, s'éloignait tant, toutefois, de nos cotes barométriques de 1921 que j'acceptais avec élan l'offre aimable du Dr Charcot de participer à sa croisière estivale de 1929, qui devait ramener à Jan Mayen, une fois de plus, son célèbre *Pourquoi-Pas ?*

Retardés par les vicissitudes d'une navigation desservie par les vents contraires, nous ne pûmes débarquer que le 13 août, par un temps extrêmement défavorable. Nous prîmes nos quartiers, mon ancien assistant, M. André Renaud, licencié ès sciences, le timonier Macquet et moi à la Station de T. S. F. dont le personnel et particulièrement son chef, M. Fritz Œien, météorologiste, nous donnèrent l'hospitalité la plus efficace. Ce même jour, nous pûmes établir près de la Station une excellente base rectiligne, longue de 1061^{m},8 $\pm$ 0^{m},05, et dont les extrémités et milieu servirent de stations à un très bon petit théodolite universel d'Hildebrandt.

Le 14 août se passa sans qu'une éclaircie vînt dégager un seul instant le Beerenberg. Il fallut se borner à viser quelques-uns des sommets inférieurs environnants, à savoir : l'Ile aux Œufs, le Cratère dit Vogt, le Vogelberg et la Pointe Maya; opération désirable pour le contrôle des linéaments de la carte autrichienne.

Le 15 au matin, mais pendant 25 minutes à peine, le Beerenberg se prêta enfin à la mesure; encore ne put-on le viser que des termes occidental et médian de la base, distants d'un demi-kilomètre seulement. La possibilité de travailler à l'extrémité orientale et d'obtenir ainsi un recoupement avantageux nous fut impitoyablement refusée par des nuages tenaces. Le programme de la croisière nous appelant dans les glaces groenlandaises, et le temps ne laissant espérer aucun changement prochain, force nous fut de demander notre rembarquement, non, toutefois, sans que nous eussions raccordé la base à la station de T. S. F. proche et déterminé son altitude au-dessus des flots.

Les calculs de cette campagne géodésique un peu brusquée n'ont heureusement décelé aucune ambiguïté et leurs résultats définitifs peuvent être admis, croyons-nous, comme suit :

Distance du Beerenberg à la base : 12621 et 12630^{km}; altitudes sur mer, 2273,5 et 2274^{m},5, soit 2274^{m}.

Cette cote peut être considérée comme exacte à 3^{m} près. Il y aurait quelque naïveté à prétendre préciser davantage l'altitude d'un sommet entièrement neigeux, ne portant aucun signal et mensuré dans ces conditions malaisées.

En 1921, mes mesures barométriques avec un anéroïde Naudet-Usteri, qui avait fait ses preuves tant au Groenland avec de Quervain en 1912, qu'au Col de la Jungfrau entre mes mains en 1923, avaient donné 2276^{m}. La concordance entre les déterminations géodésiques et barométriques est donc rétablie. Que si l'on y voyait un hasard heureux, je dirais qu'en 1921 j'avais aussi mesuré la Pointe Maya avec ce même altimètre et trouvé 646^{m}; or, les visées de 1929 ont donné 648^{m} exactement.

La carte autrichienne place le Beerenberg à plus de 15^{km} de notre base. C'est un écart considérable. L'Ile aux Œufs et le Cratère dit de Vogt y ont également des emplacements différents de ceux que nos récentes mesures leur assignent. Il semble que la carte de Jan Mayen doive être refaite *ab ovo*, ce que l'aérophotogramétrie permettrait le mieux sans doute.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une Carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc.* Note de M. A. GRUVEL, présentée par M. L. Mangin.

A plusieurs reprises j'ai indiqué à l'Académie les travaux poursuivis par certains de mes collaborateurs et moi-même, sur la côte occidentale du

Maroc, pour l'établissement de la *Carte de pêche* de toute cette côte. Cette année, les travaux que nous avons effectués dans ce même but se sont étendus du sud du Cap Blanc (sud de Mazagan) jusqu'à la hauteur de la crique des Oulad Jerar, située à 9 milles environ, au sud-ouest de Casablanca.

Nous avons montré déjà que, tout le long de cette côte, se trouve une zone de Dendrophyllies, plus ou moins large, qui divise toute la région côtière, depuis le rivage jusqu'aux accores du plateau continental, en *quatre zones* parfaitement distinctes, dont *deux chalutables* et *deux non chalutables*.

La *première* de ces zones n'est pas chalutable. Elle est formée de sable fin, avec des îlots plus ou moins importants de platiers rocheux et des roches isolées; cette zone a une largeur de 8 milles avec quelques saillies vers le large, en particulier au niveau de l'épi de Mazagan.

La deuxième zone, *chalutable* celle-là, est formée d'abord de sable fin qui, peu à peu, passe au sable vaseux vers le large, puis à la vase, généralement rougeâtre, tantôt très molle, tantôt, au contraire, dure et visqueuse. Les fonds de sable sont caractérisés par la présence de petites Astéries et d'Annélides diverses : la faune ichthyologique y est riche et l'on rencontre plus spécialement de magnifiques soles en grande quantité, des pageaux, de superbes rougets, etc.; on trouve également beaucoup de Céphalopodes, très recherchés dans l'alimentation locale, etc.

La limite entre le sable et le sable vaseux est marquée par la présence de très nombreux petits Dentales; quant à la vase molle, elle est très riche en Échinodermes divers (Astéries, Synaptes, Oursins), en merlus, en congres, etc. La vase dure, au contraire, est relativement pauvre et l'on n'y rencontre que quelques mollusques et annélides et, en petite quantité, des merlus, des congres, etc.

Nos travaux de cette année ont permis de *doubler au moins la surface chalutable exploitée jusqu'ici*. Les pêcheurs, en effet, pris entre les roches, vers la terre et les Dendrophyllies, vers le large, n'avaient, jusqu'à présent, travaillé que sur une zone de 4 milles environ de largeur moyenne, qui a pu ainsi être portée de 4 milles à 8 *milles et demi*. La zone de sable fin ainsi récupérée est très riche en soles et pageaux.

La *troisième* zone, *non chalutable*, forme une bande sensiblement parallèle au rivage dont le bord oriental est situé à une distance moyenne de 16 à 17 milles de la côte. La largeur de cette bande est d'environ 5 milles, avec fond de vase, de consistance variable, remplie de débris calcaires dus à la destruction lente de la faune qui l'habite : Dendrophyllies, Brachiopodes,

Lamellibranches, etc. Les têtes de roches sont rares, mais les Dendrophyllies forment de nombreux bouquets dangereux, parfois de véritables champs, entre lesquels se rencontrent des solutions de continuité plus ou moins larges, mais *pratiquement inutilisables* pour les pêcheurs. Cette troisième zone, très dangereuse pour les chaluts, mais riche en poissons qui y trouvent une abondante nourriture et qui sont là parfaitement à l'abri, constitue une *réserve naturelle* extrêmement importante, sur toute la côte.

Enfin, au delà de cette bande dangereuse commence une *nouvelle zone chalutable*, par environ 150 à 160^{m} de fond, de sable très fin et très ténu qui passe, à certains endroits, peu à peu, au sable vaseux. On y rencontre la même faune ichthyologique que dans la première zone chalutable, mais les merlus y atteignent déjà une beaucoup plus grande taille. C'est, en réalité, la *véritable zone de pêche*; la première ne devrait être exploitée que par les *petits chalutiers locaux*.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les machines qui fonctionnent entre deux sources radiantes*. Note [1] de M. T. TAKÉUCHI, présentée par M. M. de Broglie.

Considérons une machine réversible qui produit du travail en fonctionnant avec deux sources radiantes de fréquence ν_1 et ν_2 ($\nu_2 > \nu_1$). Supposons que la « substance » de la machine soit un corps oscillatoire quelconque dont l'énergie E soit entièrement déterminée par $\nu^2 l$, produit du carré de la fréquence par un paramètre variable l, et qu'elle accomplisse un cycle fermé et réversible que l'on pourrait appeler « cycle de Carnot » :

1° Le corps oscillant produit le travail w_1 par la variation d'un paramètre l (de l_1 à l_2, $l_2 > l_1$). La fréquence garde cependant une valeur constante ν_1 à cause de son contact avec la source (le « chronostat ») ν_1 à laquelle il emprunte l'énergie w_1 (« transformation isochronique »).

2° La source ν_1 est écartée, et l'on continue la « dilatation » (de l_2 à l_3) du corps qui, se trouvant isolé, subit une diminution de fréquence de ν_1 à ν_2.

3° Il est mis en contact avec la source ν_2; il est « comprimé » (de l_3 à l_4) et reste à la même fréquence ν_2 en cédant l'énergie W_2 à la source.

4° La « compression » est « adiabatiquement » continuée jusqu'à ce que le corps soit revenu à son état initial.

---

[1] Séance du 2 décembre 1929.

Nous avons

$$\frac{|W_2|}{|W_1|} = \frac{\nu_2^2 \int_{l_4}^{l_3} dl}{\nu_1^2 \int_{l_1}^{l_2} dl} = \frac{\nu_2^2 (l_3 - l_4)}{\nu_1^2 (l_2 - l_1)},$$

tandis que par la loi d'invariance adiabatique sont données les relations suivantes :

$$\frac{E}{\nu} = \text{const.};$$

soit

$$\nu_1 l_2 = \nu_2 l_3, \qquad \nu_1 l_1 = \nu_2 l_4$$

et

$$\nu_2 (l_3 - l_4) = \nu_1 (l_2 - l_1).$$

Donc le rendement de la machine est donné par l'expression

$$R = \frac{|w_1| - |w_2|}{|w_1|} = 1 - \frac{|w_2|}{|w_1|} = 1 - \frac{\nu_2}{\nu_1}.$$

Évidemment toutes les opérations décrites sous les nos 1° à 4° peuvent être exécutées dans un ordre inverse.

Cette expression du rendement maximum a déjà été donnée par Daniel Berthelot dans ses études sur les relations de l'énergie radiante avec les autres formes d'énergie [1]. La « capacité radiante » introduite par lui n'est pas autre chose que l'invariance adiabatique, c'est une notion analogue à celle d'entropie en thermodynamique. R est toujours inférieur à l'unité. Nous avons

$$\nu_2 \leqq \nu_1 \qquad \text{(loi de Stokes)}.$$

Désignons par n_1 le nombre des quanta absorbés par le corps, par n_2 celui des quanta cédés. Nous avons

$$\frac{|w_1|}{|w_2|} = \frac{n_1 h \nu_1}{n_2 h \nu_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2},$$

c'est-à-dire $n_1 = n_2$, résultat très remarquable.

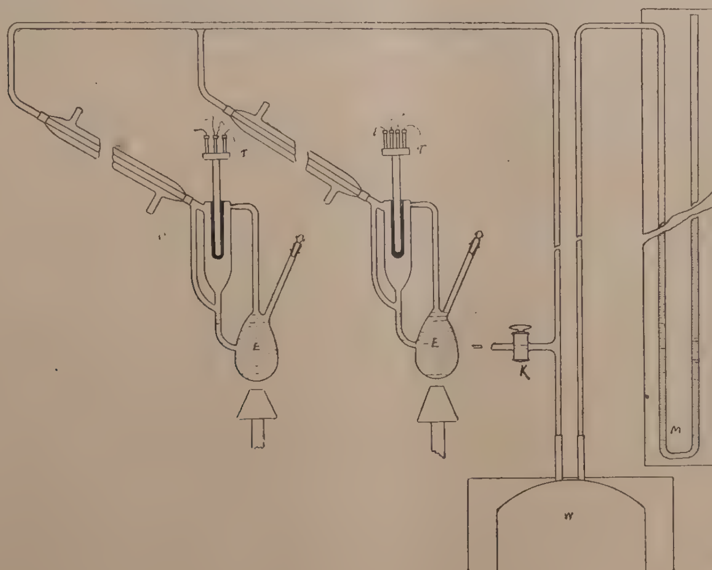
---

(1) Voir aussi John Q. Stewart. *Definition of frequency* (*Phys. Rev.*, 34, 1928, p. 1052), qui a été publié pendant ma préparation de cette Note.

PHYSIQUE. — *Sur la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression.* Note de MM. **A. Zmaczynski** et **A. Bonhoure**, présentée par M. A. Cotton.

On a utilisé les ébullioscopes imaginés par M. W. Swietoslawski (¹) pour mesurer la température d'ébullition de l'eau sous différentes pressions. Les appareils montés dans ce but sont représentés par la figure ci-après.

Deux ébullioscopes E, placés au même niveau, communiquent par un tube commun avec un récipient de grande capacité W et un manomètre différentiel à eau M; le robinet K permet d'établir dans le système une dépression ou une surpression.



La température d'ébullition de l'eau a été déterminée à l'aide de deux thermomètres à résistance électrique *r*, placés chacun dans un ébullioscope, et qui avaient été préalablement comparés, entre 0° et 200°, aux thermomètres-étalons du Bureau international des Poids et Mesures. Les résis-

(¹) W. Swietoslawski, *Bulletin international de l'Académie polonaise des Sciences et des Lettres*, série A, 1924, p. 59.

tances des thermomètres ont été mesurées à l'aide d'un pont différentiel de Smith [1] et d'un galvanomètre de grande sensibilité construit par la Cambridge Instrument C°. Il résulte d'expériences préalables que la température d'ébullition dans des ébullioscopes du type qui a été utilisé ici peut être déterminée avec une exactitude de 0,001 à 0,002 degré.

La pression atmosphérique était déterminée à l'aide d'un baromètre à mercure de précision, à de fréquents intervalles allant de 4 à 16 minutes. Les dépressions et les surpressions étaient mesurées au moyen du manomètre, observé en même temps que chacun des deux thermomètres; ses indications ont été exprimées en hauteur de mercure. Les observations du baromètre, après avoir été ramenées aux conditions normales, ont été reliées par une courbe continue qui a permis de déterminer la valeur de la pression atmosphérique correspondant à chaque lecture du manomètre.

Les expériences ont été faites à des pressions comprises entre 683^{mm} et 832^{mm} de mercure, et réparties en seize groupes, dont chacun comportait deux lectures des thermomètres. Les moyennes des pressions et des températures fournies par chacun de ces groupes d'observations ont permis de calculer, par la méthode des moindres carrés, la fonction suivante :

$$\Theta = 57,2587 + 0,0793722\,p - 35,5273.10^{-6}p^2 + 6,6950.10^{-9}p^3$$

dans laquelle Θ représente la température, exprimée dans l'échelle normale du thermomètre à hydrogène, et p la pression en millimètres de mercure.

Dans l'intervalle étudié, ce résultat est intermédiaire entre ceux qui ont été trouvés par Chappuis et par Holborn et Henning [2]; aux environs de la pression normale, il concorde particulièrement bien avec les observations de Chappuis.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi d'un détecteur à galène dans les mesures opérées par courant variable.* Note de M. **A. Guillet**, présentée par M. A. Cotton.

Le détecteur dit à contact étant le plus simple des *trieurs de charges*, il serait opportun de pouvoir le faire servir aux mesures opérées par courant

(1) *The National Physical Laboratory* (*Collected Researches*, 9, 1913, p. 219).

(2) Ch. Volet, *La température d'ébullition de l'eau d'après les expériences de P. Chappuis* (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 18, 1929; sous presse).

variable et plus spécialement par courant alternatif fourni par le réseau d'éclairage. Mais une telle technique exige la connaissance préalable de quelque loi précise concernant l'écoulement de l'électricité à travers le détecteur donné.

Comme l'induction mutuelle constitue le lien le plus général entre l'électricité et les grandeurs géométriques, cinématiques ou autres à mesurer, et que je désirais opérer dans des conditions bien définies, j'ai associé aux divers détecteurs étudiés un *Inductomètre gradué* permettant de former tous les coefficients d'induction mutuelle M allant de o à $M_1 \sum_0^n 2^n$ où $n = 32$ et $M_1 = 2{,}6 . 10^4$ U. E. M.

La force électromotrice du circuit d'éclairage par courant alternatif est appliquée à la bobine primaire à travers un rhéostat destiné à régler l'intensité efficace I_{eff} du courant inducteur. Si l'induit comprend N spires, le coefficient d'induction mutuelle correspondant est $M = M_1 . N$.

La question est de savoir comment le détecteur à galène inséré dans le circuit induit influe sur l'intensité i du courant qui prend naissance dans ce circuit. L'expérience consiste donc à relever les positions du spot du galvanomètre placé dans le circuit induit pour une même valeur de l'intensité efficace inductrice I_{eff}, lorsque N reçoit les valeurs consécutives entières 1, 2, 3, etc.

On voit, par l'examen du tableau des nombres ainsi obtenus, que les déviations observées Δ du spot sont telles que $\Delta = K . N^2$, d'où il suit que pour un courant alternatif inducteur donné, les courants induits, tels qu'ils sont détectés par la galène, ont des intensités proportionnelles aux carrés des coefficients d'induction mutuelle des deux circuits, résultat en accord avec une théorie exposée dans une Note antérieure [1].

1° On a

$$i = J . M^2,$$

en d'autres termes la courbe (i, M) est une parabole, alors que dans le cas d'un trieur mécanique et d'un circuit induit métallique, on obtient la droite $i = SM$ imposée par la loi de Neumann, où $S = \frac{I}{R} n_{frq}$.

A une petite variation ΔM de M correspond une variation de courant

---

[1] *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 350.

$\Delta i = 2\text{JM}.\Delta\text{M}$, soit pour deux variations successives ΔM, $\Delta\text{M}'$

$$\frac{\Delta i'}{\Delta i} = \frac{\Delta\text{M}'}{\Delta\text{M}},$$

relation que l'on vérifie directement à l'aide d'un compensateur auxiliaire formé d'un long tube isolant de petit diamètre recouvert d'une couche de fil, pouvant recevoir d'une vis un mouvement de translation suivant l'axe d'une longue bobine. L'une des extrémités de cette sorte de sonde *elmg* se trouve vers le milieu de l'autre bobine. Alors $\frac{\Delta\text{M}'}{\Delta\text{M}} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$, en désignant par ε, ε' deux translations successives de la sonde. Le *pouvoir d'amplification* pour Δi étant égal à 2JM, il est toujours possible de faire correspondre à une variation déterminée ΔM de M un déplacement du spot aussi grand que l'erreur consentie sur la mesure à faire l'exige.

La détermination de la constante K est le meilleur moyen de contrôler la permanence d'état d'un contact et d'étudier les causes qui en font varier le *pouvoir de détection :* position, force d'appui, nature du milieu ambiant (éther, sulfure de carbone), etc. Et même de suivre ce pouvoir en comparant le courant détecté à celui que donne le tri mécanique, opéré dans les mêmes conditions générales de circuits, d'intensité de courant, etc.

Conservant l'état du contact, on voit de même comment le coefficient K dépend : de l'intensité I du courant inducteur, de la résistance R de la partie métallique du circuit induit, ou encore d'une résistance R′ mise en parallèle avec le détecteur ou formant shunt S pour le galvanomètre.

La connaissance de la fonction K n'est pas nécessaire puisque celle-ci s'élimine dans le rapport à former; mais il est utile de construire les réseaux de courbes (Δ, M) en vue de choisir un état de contact sensible et stable et aussi Δ, I — Δ, R — Δ, R′ — Δ, S afin de fixer les conditions qui conviennent le mieux aux mesures à effectuer.

J'ai contrôlé ce mode d'emploi du détecteur à galène en l'appliquant à la détermination des allongements de fils métalliques soumis à des charges allant de 50^{g} à 6^{kg}, de flèches de flexion ou de profondeur d'empreintes sphériques.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de l'hydrogène obtenus par choc électronique dans un mélange hydrogène-vapeur de mercure.* Note de M. **Stefan Vencov**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude spectroscopique de la lumière émise par l'excitation d'un mélange gazeux montre souvent des échanges d'énergie entre les atomes et les molécules (neutres ou excités) des corps présents. Des combinaisons plus ou moins stables peuvent prendre naissance dans le sein d'un tel mélange.

Poursuivant l'étude des spectres de l'hydrogène par choc électronique, j'ai essayé, avec le dispositif expérimental décrit dans les Notes précédentes [1] d'augmenter l'efficacité des chocs en ajoutant de la vapeur de mercure. Il est recommandable d'employer deux gaz dont les potentiels d'excitation présentent une différence assez grande : on peut alors, si la pression du gaz au potentiel d'excitation le plus bas est une petite fraction de la pression de l'autre, éviter l'élargissement ou même la disparition des raies spectrales du premier gaz pour les forts courants d'excitation convenant au second.

Des faits intéressants ont été observés déjà, dans cet ordre d'idées, pour différents gaz et même pour la vapeur de mercure par décharges oscillantes [2] ou par résonance optique [3]. Mes résultats peuvent se rapprocher de ceux obtenus par Duffendack et Compton et par C. Kwei [4] qui se sont occupés de cette question.

La pression de la vapeur de mercure dans mon appareil a été maintenue entre $1\text{-}2.10^{-3}$ mm; celle de l'hydrogène a varié entre 0,01 et 1^{mm}.

En général l'intensité lumineuse de la décharge est nettement augmentée ce qui a permis d'employer le temps de pose au moins cinq fois plus courts pour les mêmes potentiels accélérateurs — que dans l'hydrogène pur.

Mesures d'ionisation. — La courbe d'ionisation (courant-potentiel) se

---

(1) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 27 et 279.

(2) Merton, *Proc. Roy. Soc.*, 96, 1919, p. 382. — Baratt, *Phil. Mag.*, 46, 1922, p. 627. — Schüller et Wolf, *Zeits. f. Phys.*, 33, 1925, p. 42; 35, 1926, p. 477. — Jezewski, *Journ. de Phys.*, 9, 1928, p. 278.

(3) Franck et Cario, *Zeits. f. Phys.*, 11, 1922, p. 161; 17, 1923, p. 202. — O. Oldenberg, *Zeits. f. Phys.*, 41, 1927, p. 1.

(4) C. T. Kwei, *Phys. Rev.*, 26, 1925, p. 537. — Duffendack et Compton, *Phys. Rev.*, 23, 1924, p. 583.

redresse beaucoup plus que pour l'hydrogène seul et montre un potentiel d'illumination aux environs de 16 volts et un potentiel d'arc vers 27-30 volts. La valeur du second dépend de la pression et tend à se rapprocher du premier quand la pression de l'hydrogène diminue. En faisant décroître le potentiel on ne retrouve pas les mêmes points, la courbe descend lentement et tombe brusquement aux environs de 16 volts. Elle enferme un contour dont la forme est influencée par la pression du gaz. Au potentiel d'arc le potentiel accélérateur tombe brusquement et pour maintenir le courant thermionique constant il est nécessaire de faire varier fortement la température du filament.

Observations spectroscopiques. — Quelle que soit la pression de l'hydrogène, pour des potentiels de 10,4 volts à 25 volts, j'obtiens sur les clichés les raies du spectre d'arc du mercure : $2p$-ms, $2p$-md et $1s$-$2p$ dues aux chocs des électrons avec les atomes normaux du mercure. Ces raies se comportent comme l'a indiqué Déjardin (1). Vers 20 volts apparaissent les trois premiers membres de la série de Balmer. Leurs intensités sont variables et restent constantes pour des potentiels supérieurs à l'arc, on peut donc admettre que les atomes de mercure excités dans l'état $2p$ (ou plus haut) cèdent leur énergie dans des chocs de seconde espèce avec les molécules d'hydrogène qui sont ainsi dissociées en atomes. La grande concentration des ions positifs Hg^+ au voisinage du filament (2) aurait dû laisser voir les termes d'ordre élevés du spectre du mercure ; leur absence montre que leur énergie est absorbée par les atomes dans l'état $2p$, d'où la possibilité de retrouver le phénomène de dissociation de l'hydrogène plus grand près du filament.

Pour la pression de la vapeur de mercure employée, je n'ai pas obtenu le spectre Balmer au-dessous de 16,5 volts. Les résultats obtenus par Duffendack (3) avec un arc à faible tension (5,5 volts) dans un mélange d'hydrogène-mercure, montrent l'apparition de ce spectre vers 14 volts. Je crois que, dans son cas, la dissociation de l'hydrogène est due seulement aux atomes de mercure excités très nombreux et que l'énergie cinétique des électrons de choc ne se transmet pas directement aux molécules d'hydrogène. Un autre résultat est d'accord avec mon opinion : Si la pression de l'hydrogène est faible ($0^{mm},05$ environ) même pour des potentiels supérieurs à 16,5 volts, ses trois spectres sont excessivement faibles. En effet, l'intervalle de temps entre

---

(1) G. Déjardin, *Annales de Physique*, **2**, 1924, p. 241.
(2) W. C. Mc. Curdy, *Phil. Mag.*, **48**, 1924, p. 898.
(3) O. S. Duffendack, *Astroph. J.*, **60**, 1924, p. 122.

deux chocs avec les atomes de mercure excités est plus grand que la durée de la vie moyenne de l'état excité de ceux-ci. Sur ce point, mes expériences sont en accord avec celles de Cario sur l'affaiblissement de la fluorescence de résonance dans le mercure.

Le spectre secondaire (les quelques lignes plus fortes entre 5000-4100 Å) qui accompagne le spectre continu est beaucoup plus faible que celui-ci. Au delà du potentiel d'arc, le spectre continu devient très intense pendant que le spectre secondaire a presque disparu. Les expériences semblent montrer que l'intensité du spectre continu dépend surtout du degré de dissociation de l'hydrogène et non pas du champ électrique.

Pour de faibles pressions d'hydrogène je n'ai pas trouvé une chute d'intensité de ce spectre au voisinage de la raie 2537 Å; ce fait s'oppose à l'interprétation de Schüller et Wolf qui le considèrent comme un spectre de recombinaison des atomes.

J'ai pu identifier au-dessus de 50 volts quelques bandes de Hulten (HgH) : 3728, 3500, 3275 Å et une à 2345 Å, obtenue par Grotrian [1]. Leur apparition semble liée à celle des bandes de la vapeur d'eau (sur mes clichés 3064 et 2811 Å) conformément aux affirmations de Gaviola [2].

SPECTROSCOPIE. — *Les termes spectraux et la valence chimique.* Note [3] de M. Adolfo T. Williams, présentée par M. Ch. Fabry.

Les éléments caractéristiques de la troisième colonne du tableau périodique (B et Al) sont trivalents. Dans le sous-groupe du gallium, ce dernier élément est bi ou trivalent; l'indium présente les valences 1, 2 et 3. Quant au thallium, il est surtout monovalent, mais aussi trivalent dans les composés thalliques qui sont de beaucoup les moins stables.

Pour ces éléments, la relation établie par nous [4] : $V = R \pm 1$, dans laquelle V désigne la valence chimique et R la multiplicité spectrale, n'est pas en accord avec les données chimiques. Cette anomalie peut être interprétée en admettant avec Rao [5] que la valence diminue à mesure que la différence des termes de base du spectre d'arc : $^2P_2 - {}^2P_1$, augmente pro-

---

(1) Grotrian, *Zeits. f. Phys.*, 5, 1921, p. 148.

(2) E. Gaviola, *Phil. Mag.*, 40, 1928, p. 1191.

(3) Séance du 12 novembre 1929.

(4) A. T. Williams, *Journal de Chimie physique*, 25, 1928, p. 722.

(5) K. R. Rao, *Proceedings Physical Society London*, 37, 1924, p. 264.

gressivement, comme l'indique le tableau suivant :

	$^2P_2 - {^2P_1}$.	Valence.
Al.................	112,07 cm^{-1}	3
Ga.................	826,00	2 et 3
In.................	2212,60	3, 2 et 1
Tl.................	7792,70	3 et 1

Dans le sous-groupe du scandium, les éléments sont normalement trivalents et la relation $V = R \pm 1$ est strictement vérifiée. Les terres rares peuvent être rattachées à ce même sous-groupe par leurs propriétés chimiques et leurs configurations électroniques externes. Pour ces éléments, la multiplicité spectrale passe par un maximum égal à 11 ou 9 dans le cas du Gd [1], suivant que l'on considère les configurations $(4f)^n(5d)^2(6s)$ ou $(4f)^n(5d)(6s)^2$. La relation $V = R \pm 1$ ne peut évidemment s'appliquer, mais en échange, pour les éléments 57 à 64, du La au Gd, on peut admettre les relations :

$$V = R - 1 - f \quad \text{ou} \quad V = R + 1 - f,$$

dans lesquelles f représente le nombre des électrons qui se trouvent sur les orbites $4f$.

Pour les éléments 65 à 71, du Tb au Lu, sont valables les relations :

$$V = R - 1 - (f - 2n), \qquad V = R + 1 - (f - 2n),$$

dans lesquelles n varie de 1 à 7 (du Tb au Lu).

Dans les terres rares, l'accroissement du nombre atomique résulte de l'agrégation d'électrons aux orbites $4f$. La correction qu'il convient d'introduire dans la relation $V = R \pm 1$ constitue une preuve supplémentaire à l'appui de cette hypothèse.

Pour les éléments de la quatrième colonne : Si, Ge, Sn et Pb, les termes fondamentaux des spectres ont les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Termes spectraux.	Éléments et valences.			
	Si, 4.	Ge 4, et 2.	Sn, 4 et 2.	Pb, 2 et 4.
$^3P_0$......	64275,0 cm^{-1}	61270,0 cm^{-1}	59690,0 cm^{-1}	59821,0 cm^{-1}
$\Delta\nu_1$......	77,0	557,0	1692,0	7817,0
$^3P_1$......	64198,0	60713,0	57998,0	52004,0
$\Delta\nu_2$......	147,0	852,0	1736,0	2831,0
$^3P_2$......	64051,0	59861,0	56262,0	49173,0
$\Sigma\Delta\nu$......	224,0	1409,0	3428,0	10648,0

A mesure que les différences : $^3P_0 - {^3P_1}$, $^3P_1 - {^3P_2}$ et $\Sigma\Delta\nu$ augmentent,

[1] F. Hund, *Linienspektren und periodisches system der elemente*, p. 176.

la valence passe de la valeur unique 4 (Si) à la valeur la plus importante 2 dans le cas du plomb. Il existe une période de transition, représentée par Ge et Sn, analogue à celle que l'on rencontre dans le sous-groupe Al — Tl. Par contre, dans le sous-groupe N — Bi de la cinquième colonne, où les différences des termes de base des spectres sont du même ordre, les divers éléments présentent les mêmes valences.

Ces relations contribueront sans doute à éclaircir le problème encore obscur de la théorie électronique de la valence, que London et Heitler (1) ont commencé à envisager au point de vue de la nouvelle mécanique atomique.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Influence de la température et des solvants sur les pouvoirs rotatoires des corps actifs*. Note de M. **R. Lucas** et Mlle **D. Biquard**, présentée par M. A. Cotton.

L'influence des solvants et de la température sur l'activité optique de différents dérivés a fait l'objet de nombreuses observations.

L'un de nous a proposé (2) (dans le cas où une réaction chimique ne semble pas entrer en jeu), l'hypothèse que les molécules sont capables d'exister sous diverses configurations monomoléculaires, le passage d'une configuration à l'autre ayant lieu de manière *discontinue*. Il résulte de cette hypothèse que les proportions des diverses configurations dépendent des facteurs d'équilibre tels que la température, la nature des solvants et la concentration, en sorte que les corps qui présentent des pouvoirs rotatoires variables avec les solvants *doivent* présenter des activités optiques variables avec la température.

La présente Note apporte de nouvelles observations relatives à l'influence de la température et des solvants sur certains corps actifs. Les expériences ont porté sur les corps suivants : la fenchone gauche, le camphre cyané droit, l'anisylcamphre droit et l'éther malique diméthylique.

Les mesures de pouvoirs rotatoires spécifiques [α] faites avec les radiations du mercure de longueurs d'onde 5780, 5460 et 4358 U.Å qui sont désignées par les lettres J, V, I.

---

(1) *Zeitschrift für Physik*, **44**, 1927, p. 455; **46**, 1927, p. 455; **47**, 1928, p. 835; **50**, 1928, p. 24.

(2) R. Lucas, *Annales de Physique*, **9**, 1928, p. 381.

Fenchone gauche pure à diverses températures.

Température..	17°,5.	40°.	80°.	101°,5.	139°.	181°.
$[\alpha]_J$	— 66,33	— 64,74	— 61,74	— 60,24	— 57,08	— 54,14
$[\alpha]_V$	— 77,22	— 75,33	— 71,98	— 70,35	— 66,55	— 63,10
$[\alpha]_I$	154,08	−150,94	−144,6	—141,81	− 134,55	—128,75

Fenchone gauche dans divers solvants
(température 19°,2; concentration 2g,5 dans 100cm³).

Solvants	Cyclo-hexane.	Acide acétique.	Benzène.	Acide formique.	Acide phospho-rique.	Acide sulfu-rique.
$[\alpha]_J$	— 59,32	— 70,80	— 80,30	— 89,45	—108,4	—159
$[\alpha]_V$	— 69,02	— 82,60	— 93,54	—104,03	—126,7	—185
$[\alpha]_I$	—138,18	—168,6	—186,7	—213,52	—257,7	—369

Camphre cyané droit pur à diverses températures.

Température.......	134°.	151°.	182°.
$[\alpha]_J$	60,50	61,79	64,36
$[\alpha]_V$	69,87	71,66	74,70
$[\alpha]_I$	137,42	141,6	147,7

Camphre cyané droit dans divers solvants.

Solvants	Benzène.	Alcool méthylique.	Alcool éthylique.	Potasse.
$[\alpha]_J$	3,69	41,35	44,83	178,2
$[\alpha]_V$	−6,40	45,11	51,66	208,5
$[\alpha]_I$	−33,99	80,83	92,33	430,6

Anisyl camphre droit à diverses températures (¹).

Température..........	19°.	86°.	148°.	257°.
$[\alpha]_J$	120,76	115,9	109,3	101,1
$[\alpha]_V$	143,25	137,6	129,2	119,5
$[\alpha]_I$		301,4	283,1	258,7

Malate diméthylique à diverses températures (²).

Température......	3°.	17°.	19°.	95°.
$[\alpha]_J$	5,37	−5,58	—5,55	−6,49
$[\alpha]_V$	−5,76	—6,06	−6,04	—7,14
$[\alpha]_I$	−7,12	−7,57	7,51	—9,73

(¹) Pour l'influence des solvants, voir A. HALLER et R. LUCAS, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1805.

(²) Pour l'influence des solvants, voir GROSSMANN et LANDAU, *Zeit. f. Phys. Chem.*, **75**, 1910, p. 129.

L'examen des résultats précédents montre le parallélisme des actions des solvants et de la température sur l'activité optique. Dans le cas de la fenchone il y a une similitude remarquable avec le camphre dans le classement des solvants. L'inversion du camphre cyané dans le benzène n'avait pas été observée ([1]). Pour le malate diméthylique l'existence d'un maximum et d'un minimum pour $\alpha(T)$ est incompatible avec l'hypothèse de deux formes actives ([2]).

Signalons qu'il n'est pas possible, pour les corps précédents, de rendre compte des variations des $[\alpha]$ par l'hypothèse d'un mélange, de deux formes actives seulement.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rayonnement responsable du relèvement final des courbes d'absorption relatives au* Ra(D + E). Note ([3]) de MM. **Georges Fournier** et **Marcel Guillot**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans un travail sur l'absorption des rayons β par la matière ([4]) l'un de nous a observé que les courbes logarithmiques d'absorption du rayonnement de Ra(D + E) dans les corps simples à numéro atomique supérieur à 50 présentaient un relèvement final que l'auteur proposait d'attribuer à la production d'un rayonnement secondaire, probablement de nature électromagnétique, au sein des écrans absorbants. Cette explication était motivée par le fait qu'aucun relèvement n'avait pu être observé pour les éléments absorbants à numéro atomique inférieur à 50.

Nous nous sommes efforcés récemment de mettre en évidence, par une méthode photographique associée à l'emploi d'un champ magnétique, un tel rayonnement secondaire prenant son origine dans les écrans. L'ensemble des résultats obtenus nous amène à conclure qu'il n'est pas possible d'attribuer le relèvement final des courbes d'absorption à un rayonnement secondaire, mais seulement au rayonnement γ primaire de la source.

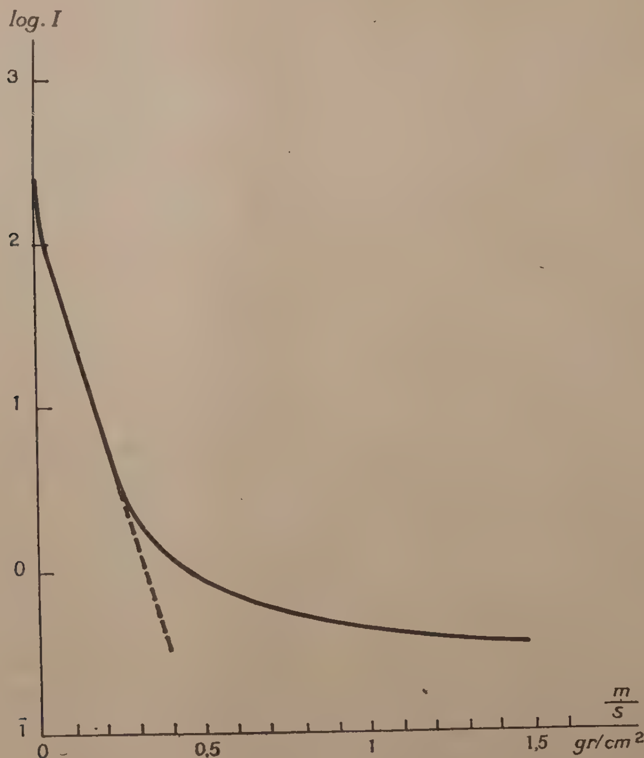
Ce rayonnement avait été étudié antérieurement par I. Curie et G. Fournier ([5]), ce qui nous a permis de calculer *a priori* quel devrait être l'aspect

---

([1]) Haller et Hinguin, *Comptes rendus*, **136**, 1903, p. 1525.
([2]) Voir à ce sujet R. Lucas, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 857.
([3]) Séance du 2 décembre 1929.
([4]) Georges Fournier, *Thèse de Doctorat*, Paris, 13 mai 1927 (Masson, éditeur).
([5]) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1301.

de la fin de la courbe d'absorption. Il y a bon accord avec le relèvement observé expérimentalement.

Mais, si le relèvement est dû au rayonnement γ primaire de la source, il devrait également se manifester avec des absorbants légers, à condition de pousser assez loin la courbe d'absorption. C'est ce que nous avons soumis à la vérification, en déterminant à nouveau, par la méthode d'ionisation, à



l'aide d'un appareil particulièrement sensible à quartz piézo-électrique, la courbe d'absorption du rayonnement de Ra(D + E) relative au carbone.

Alors que nos anciennes déterminations devenaient incertaines lorsque la masse superficielle des écrans atteignait 0,25 g/cm², nous avons pu pousser cette fois les mesures jusqu'à 1,5 g/cm² environ. La courbe logarithmique d'absorption obtenue est reproduite ci-dessous. Elle présente un relèvement final considérable.

Le relèvement final des courbes d'absorption relatives au rayonnement du Ra(D + E) semble donc bien dû au rayonnement γ primaire de la source, qui commence à se manifester lorsque le rayonnement β primaire est suffisamment atténué. Il faut d'ailleurs remarquer que, dans l'étude des courbes d'absorption relatives au rayonnement de l'uranium X, Georges Fournier (*loc. cit.*) n'a jamais observé de relèvement final, même avec les éléments les plus lourds. Dans ce cas en effet la source n'émet que du rayonnement β sans rayonnement γ primaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de calcium.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons étendu aux solutions de résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de calcium l'étude ébullioscopique faite antérieurement [1] dans les solutions de chlorures alcalins, et l'étude cryoscopique similaire, publiée par l'un de nous avec M. Ch. Tuttle [2]. La constante d'équilibre est

$$K_n = \frac{c^n}{c'} = \frac{n C^{n-1}(n \times 110\Delta e - ak)^n}{(n-1)^{n-1} . a^{n-1} . k^{n-1}(nak - n \times 110\Delta e)},$$

n, c, c', C et a étant le degré d'association, les concentrations des molécules, simples, associée et totale (cette dernière exprimée en molécules simples), et la masse de résorcine dans 100^g d'eau, k et Δe les constantes et élévation ébullioscopiques.

Nous avons étudié les deux séries 0,25 M et 0,6125 M. Dans chaque série, le rapport de la masse de Cl^2Ca à la masse d'eau contenue dans le mélange ternaire est déterminé, et égal en particulier, à celui qu'il possède dans le mélange eau-Cl^2Ca, dont la composition définit la série; k est obtenu par la méthode des premiers passages par zéro, et d'encadrement.

1. Pour chaque série, la résorcine dissoute dans les solutions de Cl^2Ca donne lieu à des équilibres entre molécules simples et doubles, ou entre molécules simples et triples. On a :

---

(1) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 941 et 1064; 186, 1928 p. 82; 188, 1929, p. 626. — *Journ. de Chim. phys.*, 24, 1927, p. 437-469, et 25, 1928 p. 234-248.

(2) F. Bourion et Ch. Tuttle, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1124, et 188, 1929, p. 1110 et 1496. — *Journ. de Chim. phys.*, 25, 1928, p. 485-496, et 26, 1929, p. 291-311.

Concentration.	Cl^2Ca 0,25 M; $k = 6,29$. K_2.		K_3.		K_4.	Cl^2Ca 0,6125 M; $k = 7,41$. K_2.		K_3.		K_4.
0,500	–		–		–	1,45		1,37		–
0,625	2,01	(a)	2,37		1,97	1,48	(c)	1,76		–
0,750	1,85		2,64		2,56	1,50		2,14		–
0,875	1,85		3,08		3,45	1,32		2,21		–
1,000	1,55		2,96		3,71	1,24		2,40		2,95
1,125	1,38		3,00		–	1,17		2,57		–
1,250	1,22		2,99	(b)	–	–		2,81		–
1,375	–		3,14		–	–		2,89		–
1,500	–		3,29		–	–		2,94	(d)	
1,625	–		3,16		–	–		3,03		–
1,750	–		3,35		–	–		2,93		5,94
1,875	–		3,50		7,62	–		2,96		6,38
2,000	0,81		3,51		8,10	–		3,31		7,61

(*a*) K_2 moy. $= 1,93$; (*b*) K_3 moy. $= 3,12$; (*c*) K_2 moy. $= 1,44$; (*d*) K_3 moy. $= 2,93$.

2. La constante ébullioscopique k, plus élevée dans l'eau, croît en même temps que la concentration en chlorure de calcium, elle est plus grande que pour le chlorure de potassium à la même concentration équivalente, et du même ordre de grandeur que pour ClNa. On a :

	Eau.	0,5 M. ClK.	ClNa.	ClLi.	0,25 M. Cl^2Ca.	1,225 M. ClK.	ClNa.	ClLi.	0,6125 M. Cl^2Ca.
k	5,24	6,01	6,35	7,38	6,29	7,06	7,67	8,38	7,41
K_2	2,03	1,77	1,69		1,93	1,45	1,46		1,44
K_3	5,04	3,85	3,61	1,43	3,12	2,61	2,26	1,36	2,93

Les constantes d'équilibre K_2 et K_3 relatives au chlorure de calcium, voisines pour les deux séries, sont du même ordre de grandeur que pour les concentrations équivalentes en ClK et ClNa alors que la constante K_3 est sensiblement plus faible pour ClLi.

3. Des considérations thermodynamiques établies antérieurement montrent que si le chlorure de calcium possède la même pression osmotique dans le mélange ternaire que dans le solvant pur en présence du même poids d'eau, et si la résorcine obéit à la loi de Van' t Hoff relative aux solutions étendues, les solutions de Cl^2Ca devaient satisfaire comme milieu aux lois de l'ébullioscopie, avec une constante ébullioscopique sensiblement égale à celle de l'eau pure, résultat en contradiction avec l'expérience. On trouve une interprétation de cette divergence en admettant une adsorption de l'eau par les ions du sel.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique.* Note de M. M. **Bourguel** et Mlle V. **Gredy**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note récente [1] nous avons montré que l'hydrogénation catalytique à l'aide de palladium colloïdal était précédée d'une action de l'hydrogène sur le métal dont dépend l'activité future du catalyseur. Nous avons montré que, à pression constante, cette activité était une fonction de la concentration du colloïde au moment où il reçoit le gaz pour la première fois et que cette fonction est indépendante du corps à hydrogéner.

Nous allons montrer ici que cette activité dépend aussi de la concentration (pression) en hydrogène.

Par analogie avec ce que nous avions dû faire dans notre étude précédente pour obtenir des résultats reproductibles, nous avons toujours *préparé* le catalyseur en agitant au préalable pendant 10 minutes le colloïde avec l'hydrogène sous une pression donnée; alors seulement, nous ajoutons l'accepteur d'hydrogène et commençons la catalyse, soit sous la pression précédente, soit sous une autre.

Une série d'expériences nous a d'abord montré que, dans la zone étudiée comprise entre 100 et 800^{mm} de mercure, la vitesse de catalyse suivait proportionnellement et instantanément toutes les variations de pression en cours d'opération, même si l'hydrogénation débute sous une pression différente de celle qui règne dans l'appareil au moment du premier contact, soit 1^{atm}. Pour avoir une mesure de l'activité du catalyseur nous avons alors pensé prendre un poids fixe de métal dilué à concentration constante, le préparer sous une certaine pression, puis effectuer l'hydrogénation sous cette même pression. Pour représenter les résultats, nous aurions alors multiplié la vitesse obtenue par $\frac{760}{\text{pression}}$ de façon à la ramener toujours à une pression constante.

Nous avons dû renoncer à ce mode opératoire, car la zone des pressions intéressantes est celle des très basses pressions; les vitesses étaient alors trop faibles. Nous avons donc préparé sous des pressions variables, mais toujours hydrogéné sous 760^{mm}.

Le résultat final doit être le même si toutefois la variation de pression

---

(1) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 909.

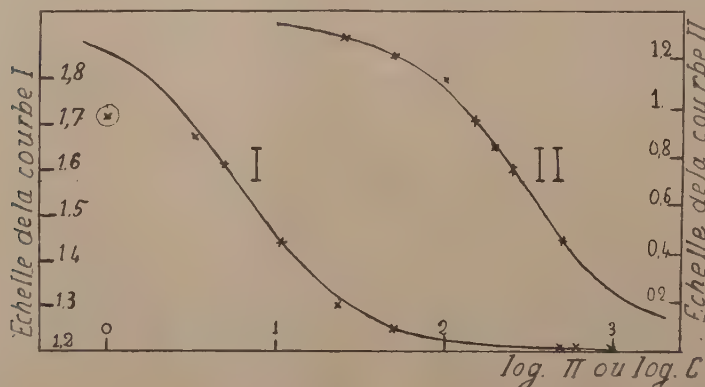
ultérieure ne modifie pas l'activité due au premier contact. Pour les basses pressions, nos expériences montrent qu'elle change un peu; mais le changement se fait lentement; on peut l'éliminer par extrapolation des courbes de vitesse.

Tant que la pression de préparation varie entre 760 et 50^{mm}, l'activité reste constante; elle ne commence à varier nettement que vers 20^{mm}. On la voit alors *croître* quand la pression *baisse*, d'abord lentement, puis très rapidement vers 5^{mm}. Elle a ensuite tendance à redevenir constante, vers $0^{mm},5$.

Pression π.....	794.	694.	550.	354.	39.	18.	8,2.	3,7.	2,6.	0,76.
Activité.........	1,20	1,20	1,21	1,21	1,25	1,30	1,44	1,62	1,67	1,71

Ces nombres se rapportent au phénylacétylène; d'autres corps montrent aussi une augmentation de la vitesse pour les mêmes valeurs de la pression.

Dans le cas où l'accepteur est le phénylacétylène, nous avons pu com-



parer les courbes de variation de l'activité en fonction des concentrations du colloïde et de l'hydrogène : la courbe I est déduite du tableau précédent : elle est bien représentée, de 760^{mm} à $2^{mm},6$ inclus, par la loi

$$A_1 = \alpha \frac{1 - 10^{\beta\pi}}{\pi} + \gamma,$$

où A_1 est l'activité en litres par heure, π la pression en millimètres de Hg, α, β, γ des constantes qui pour $2^{mg},85$ de Pd dans 100^{cm^3} d'eau sont

$$\alpha = 2,07, \qquad \beta = 0,158, \qquad \gamma = 1200.$$

La courbe II donne la variation de la vitesse d'hydrogénation sous 760, rapportée au même poids constant de Pd (2^{mg},85 quand la concentration varie). Dans la Note précédente nous avons vu que cette courbe était représentée par

$$A_2 = a\,\frac{1 - 10^{-bC}}{C},$$

où A_2 était l'activité en litres par heure, C en milligrammes par litre, $a = 138$ et $b = 0,00435$.

En abscisses on a porté les logarithmes de la concentration ou de la pression; en ordonnées les échelles ont été choisies pour A_1 et A_2 de telle façon que la variation totale soit la même.

Graphiquement et analytiquement ces courbes présentent des analogies très grandes.

On voit donc que non seulement l'activité du catalyseur dépend de sa concentration en hydrogène et en colloïde au moment du premier contact, mais qu'elle en dépend suivant des lois quasi identiques. Ceci nous confirme dans l'idée d'une combinaison Pd^nH^2 où Pd^n et H^2 jouent le même rôle.

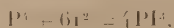
CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la vapeur d'iode sur la vapeur de phosphore. Produit de volatilité.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une étude récente sur la formation des fumées par l'union à l'état de gaz des acides et des bases, M. Tian a montré que ces combinaisons sont encore réversibles et par suite limitées ([1]). En appliquant la loi de Guldberg et Waage et en tenant compte du fait que le composé formé est en général assez peu volatil, il arrive à considérer le produit de la concentration de la vapeur du sel par la constante K de l'équilibre comme une constante analogue au produit de solubilité d'un sel. Il appelle cette constante *produit de volatilité* et énonce la loi suivante : La précipitation d'un sel sous forme de fumée ne se produit que si, par le mélange de ses constituants gazeux, on atteint le produit de volatilité du sel.

Nous avons réalisé certaines expériences qui montrent, du moins qualitativement, que cette loi ne s'applique pas seulement à la neutralisation.

([1]) Tian, *Journal de Chimie physique*, 26, 1929, p. 91.

La vapeur de phosphore, par exemple, réagit à la température ordinaire sur la vapeur d'iode pour donner un composé cristallisé en lamelles hexagonales fusibles à 61°, c'est l'iodure PI^3 rouge orangé. On a



$$P^4 + 6I^2 = 4PI^3.$$

et entre les concentrations

$$(P^4) \times (I^2)^6 = K(PI^3)^4 = A.$$

La concentration (PI^3) de la vapeur du solide formé peut être considérée comme constante et le produit de volatilité A également.

Il faut que les pressions des vapeurs des deux corps P^4 et I^2 soient telles que le produit du premier membre atteigne la valeur A pour que l'iodure de phosphore puisse se former. On explique alors aisément les résultats des expériences suivantes que nous avons réalisées.

Un tube de verre de 50^{cm} environ, et dans lequel on a fait le vide, contient à l'une des extrémités un morceau de phosphore blanc et à l'autre des cristaux d'iode, on le place dans une gaine qui ne laisse passer aucune lumière et on l'abandonne dans le laboratoire. Après plusieurs jours on observe la formation de cristaux de triiodure au voisinage du phosphore et de l'iode, il n'apparaît aucun cristal dans la région intermédiaire. Dans cette portion du tube, les pressions des vapeurs sont trop faibles et le produit de volatilité n'est pas atteint; au contraire, aux extrémités, l'une des pressions reste faible, mais l'autre est maximum.

Les résultats sont tout différents si le tube est formé de deux parties reliées par une portion capillaire de quelques centimètres de longueur. Le dépôt se produit cette fois dans la région capillaire et pas du tout aux extrémités. La partie capillaire oppose une telle résistance au passage des vapeurs que les deux compartiments qu'elle réunit se remplissent l'un de vapeur saturante de phosphore, l'autre de vapeur saturante d'iode et ces vapeurs peuvent être considérées comme pratiquement pures. Dans le capillaire, les pressions des deux vapeurs varient rapidement et en sens inverses, le produit de volatilité est atteint dans ce tube seulement.

Nous avons encore préparé un tube uniforme comme dans la première expérience et nous avons disposé au milieu un morceau de charbon de bois bien sec et bien purgé de gaz. Nous avons obtenu dans ces conditions un dépôt de triiodure uniquement du côté de l'iode, et le composé occupait seulement un espace bien délimité compris entre deux sections distantes de 4 ou 5^{mm}. Ce dépôt très net était à peu près au milieu de la distance séparant le charbon de bois des cristaux d'iode. On sait que le charbon adsorbe l'iode

qui ne peut acquérir du côté occupé par le phosphore une tension de vapeur suffisante pour former PI^3; de l'autre côté, la pression de la vapeur d'iode varie régulièrement depuis la tension de vapeur saturante à une valeur pratiquement nulle près du charbon; c'est à l'endroit où cette pression est juste suffisante pour donner avec celle du phosphore le produit de volatilité A que le triiodure se forme. Cette expérience montre encore que, contrairement à ce qui a lieu avec l'iode, la vapeur de phosphore est beaucoup moins adsorbée par le charbon.

Enfin nous avons repris la première expérience, mais en remplissant le tube de gaz hydrogène, le dépôt de triiodure cristallisé se produit indistinctement dans toutes les régions du tube. Ce résultat n'a rien d'étonnant, on sait en effet que l'iode se vaporise plus facilement dans les gaz que dans le vide, ce qui a fait dire que les gaz ont la faculté de dissoudre la vapeur d'iode.

Remarquons que toutes ces expériences ne réussiraient pas si la moindre trace d'eau se trouvait dans les tubes, le triiodure est en effet détruit par l'eau.

Je n'ai jamais constaté la formation directe du biiodure P^2I^4, même du côté du tube où est placé le phosphore.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'altération des propriétés mécaniques des tôles de duralumin après corrosion par l'eau de mer.* Note de MM. E. **Herzog** et G. **Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Après un temps relativement court d'attaque à l'eau de mer, les tôles de duralumin actuellement utilisées pour la construction des hydravions présentent des piqûres. Il était intéressant de savoir si ces corrosions localisées, modifiaient d'une façon importante les propriétés mécaniques du métal, quoique la perte de poids fût très faible.

Des éprouvettes de traction et des flans pour l'essai d'emboutissage étaient découpés dans des tôles de duralumin de diverses épaisseurs, puis débarrassés de leur pellicule de laminage au moyen de papier émeri n° 00. L'attaque était faite par de l'eau de mer aérée; au bout d'un mois, la perte du poids était d'environ 1 pour 100 pour une tôle de 2^{mm} d'épaisseur. On peut accélérer l'action de l'eau de mer en y ajoutant une faible quantité d'eau oxygénée ou en la saturant d'oxygène sous une pression de 25^{kg}, on obtient alors les mêmes résultats en 48 heures.

L'attaque par l'eau de mer des tôles de duralumin de 2^{mm} d'épaisseur provoque, si la perte de poids ne dépasse pas 2 pour 100, une baisse notable de l'allongement, mais ne modifie pas sensiblement la charge de rupture. Dans le cas de l'essai d'emboutissage, l'attaque locale se trouve bien caractérisée par le rapport $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$ (diminution de la charge de rupture pour 100 sur la perte de poids pour 100) qui est toujours supérieur à 10 dans nos expériences. Au contraire, pour une attaque uniforme, avec la soude par exemple, ce rapport est très voisin de I.

Tableau I. — *Exemples de corrosions localisées et de corrosion uniforme.*
(Tôle de duralumin de 2^{mm} d'épaisseur. R = 41-42 kg/mm², A % = 18-19.)

	Essai de traction.			Essai d'emboutissage.		
Réactif d'attaque.	Perte de poids %.	R par kg/mm².	A %.	Perte de poids Δm %.	Diminution de la charge de rupture ΔF %.	Indice $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$.
Eau de mer	0,1	41,5	13,6	1	14	14
Eau de mer + H^2O^2 (0,3 %)	0,7	38,3	8,6	2	20	10
NaCl + O^2 sous 25^{atm}	2,6	35	6	–	–	–
NaOH à 5 %	8,6	41,5	18,6	22	24,4	1,1

Si l'on fait les mêmes expériences sur des tôles de plus en plus minces, on observe une diminution très grande des allongements et aussi une diminution de la charge de rupture.

On peut reproduire ces résultats en faisant, sur la surface des tôles, des trous par un moyen mécanique. Si ces trous ne sont pas trop profonds, on constate uniquement une diminution de l'allongement; si, au contraire, ils traversent presque la tôle, on observe en outre une diminution de la charge de rupture.

Tableau II. — *Influence de l'épaisseur.*
(Tôles de duralumin, R = 38-40 kg/mm², A % = 17-18.)

	Essai de traction.				Essai d'emboutissage.			
	Perte de poids.				Perte de poids.			
Épaisseur en mm.	en gr./m².	en %.	R kg/mm².	A %.	en gr./m².	en %.	Diminution de la charge de rupture ΔF %.	Indice $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$.
0,6	3 env.		10-20	0	3,5	2,5	80	32
1,0	»	-	20-22	0,3	3,8	2,2	40	18
2,0	»	2,5	30-32	5,6	3,6	0,7	13	18
3,0	»	-	38-40	9-10	3,2	0,4	10	25

Le polissage des surfaces altérées par voie chimique ou par des moyens mécaniques, permet de revenir aux qualités mécaniques initiales du métal.

TABLEAU III. — *Influence du polissage après altération de la surface.* (Tôles de duralumin de 2mm d'épaisseur, $R = 41\text{–}42$ kg/mm², A % = 18–20).

Nature de l'altération.	Après altération.		Après polissage.	
	R (kg/mm²).	A %.	R (kg/mm²).	A %.
Mécanique..................	42	14	42	19
»	36	6	41	18
Corrosion par eau de mer....	36–38	10	41–40	18
» »	41	10–12	41–40	18–20

Certains auteurs (¹) ont expliqué par une corrosion intercristalline, la fragilité des tôles minces de duralumin attaquées par l'eau de mer. L'examen micrographique montre que les piqûres sont réparties d'une façon quelconque à l'intérieur du contour des cristaux.

Nous nous proposons de chercher les causes de ces corrosions localisées et les moyens de les éviter.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation de l'acétylène par le bromure de phénylmagnésium en présence de perchlorure de fer.* Note de MM. **André Job** et **Georges Champetier**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente, MM. Job et Reich (²) ont montré que les produits de la réaction de certains chlorures métalliques anhydres sur les organomagnésiens étaient capables de fixer divers gaz non saturés tels que l'oxyde de carbone, l'éthylène, l'acétylène, le bioxyde d'azote. La présente Note a pour objet l'étude de la fixation de l'acétylène par les produits de la réaction du perchlorure de fer anhydre sur le bromure de phénylmagnésium.

L'appareil utilisé est constitué par un ballon à trois tubulures muni d'un agitateur rotatif à joint de mercure, d'un tube d'arrivée de gaz, d'une burette graduée et d'un thermomètre. Le ballon est refroidi extérieurement par un mélange de glace et d'eau. L'acétylène pur est contenu dans un gazomètre gradué, relié à l'appareil par un système desséchant.

(¹) *Technical Notes National Advisory Committee Aeronautics, Washington*, nos 282-285, 1928.

(²) A. Job et R. Reich, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1439.

Dans une expérience, 25^{cm^3} d'une solution éthérée contenant $7^g,4$ de bromure de phénylmagnésium sont placés dans le ballon purgé d'air et renfermant 200^{cm^3} d'éther anhydre et 50^{cm^3} de benzène anhydre saturés d'acétylène. Le perchlorure de fer est alors introduit, en solution éthérée anhydre, à raison de 1^{cm^3} ($0^g,046$ $FeCl^3$) par 5 minutes. Dans ces conditions, une vive absorption d'acétylène se produit dès l'addition des premières gouttes de perchlorure de fer, et la température se maintient aux environs de 6° (température optima pour l'absorption). La fixation de l'acétylène se poursuit jusqu'à ce que le volume de la solution de perchlorure de fer introduite soit de 48^{cm^3}, c'est-à-dire corresponde à une molécule de perchlorure de fer pour trois molécules de magnésien. Le volume d'acétylène fixé est de 10.300^{cm^3} (0° sous 760^{mm} de mercure) et correspond à 34 molécules d'acétylène pour une molécule de perchlorure de fer. De nouvelles additions de perchlorure de fer ne déterminent aucune autre absorption de gaz.

La quantité d'acétylène absorbé varie d'ailleurs d'une expérience à l'autre suivant la dilution, la température, la durée d'introduction du perchlorure de fer et la vitesse d'agitation.

Le produit de la réaction est un magma brun, très épais, d'où il est possible de tirer par centrifugation une poudre brune s'altérant rapidement au contact de l'air. Cette poudre contient la totalité du fer employé dans la réaction; quant au magnésium, il se retrouve entièrement, à l'état d'éthéro-halogénures, dans la solution éthérée.

Le produit de la réaction traité par l'acide sulfurique étendu, pour éliminer le fer, donne une poudre noire insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels, soluble en bleu dans l'acide sulfurique concentré. Cette poudre noire a un poids qui est toujours très sensiblement égal à la somme des poids d'acétylène et de radicaux phényls employés, elle est formée par un carbure d'hydrogène ou un mélange de carbures d'hydrogène non saturés de poids moléculaires élevés, elle fixe le brome abondamment en donnant toute une série de bromures mal définis, elle s'oxyde au contact de l'air en donnant en particulier de l'acide benzoïque.

Au point de vue du mécanisme de la réaction, il paraît probable que la fixation de l'acétylène s'effectue sur un organométallique du fer, produit intermédiaire instable, résultant de l'action du perchlorure de fer sur le magnésien. En effet, si l'on agite pendant une heure en atmosphère d'azote un mélange de trois molécules de bromure de phénylmagnésium et d'une molécule de perchlorure de fer en solution éthérée, il se forme du diphényle et du fer d'après la réaction



$$6C^6H^5MgBr + 2FeCl^3 = 3C^6H^5-C^6H^5 + 2Fe + 6MgBrCl$$

et le mélange réactionnel ne fixe plus l'acétylène.

L'acétylène permet donc de saisir l'organométallique dont, en atmosphère d'azote, on ne voit que les produits de décomposition. Cet organométallique intermédiaire n'a d'ailleurs pas pu être décelé avec certitude, même à la température de $-40°$, en opérant dans l'azote. Il semble néanmoins qu'il existe à cette température.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution mathématique à l'analyse du champ de pression.* Note de M. G. **Dedebant**, présentée par M. Deslandres.

I. L'étude empirique des cartes d'isallobares a mis en évidence plusieurs classes de noyaux de variations : *simples*, *variables*, *fixes*.

Les propriétés des noyaux simples ont été bien étudiées et constituent le fondement de la méthode des variations. Elles se résument en deux règles classiques qu'on peut appeler : *règles du décalage* et *règle du rapport normal*.

Quant aux noyaux variables et aux noyaux fixes, ils se rattachent à une notion encore peu approfondie et très importante à introduire en météorologie : celle *d'évolution barométrique*.

II. L'étude mathématique des noyaux simples nous a montré :

1° Que la règle du décalage était exacte, dans les limites où l'on pouvait admettre la symétrie du barogramme par rapport à l'un de ses points d'inflexion ;

2° Qu'en assimilant le barogramme à une cubique, autour d'un de ses points d'inflexion, on retrouvait la règle du rapport normal. Les valeurs théoriques calculées pour les rapports normaux sont très voisines de celles que donne l'hypothèse d'un barogramme sinusoïdal.

III. Supposant ensuite une évolution en profondeur de l'onde de pression, qui laisse intacts ses autres caractères (vitesse de propagation, longueur d'onde, période), nous avons fait l'étude théorique des noyaux variables, par une méthode de variation des constantes.

A la naissance d'une perturbation, les noyaux de différents intervalles n'offrent pas de décalage et leurs profondeurs sont dans le rapport des intervalles.

Puis les noyaux se séparent et, au bout d'une demi-période, leurs décalages deviennent pratiquement égaux à la demi-différence des intervalles. Ils présentent toutefois un léger déficit ou excès selon que la perturbation se renforce ou s'affaiblit. Pendant ce stade, le rapport normal existe, non pas

entre deux noyaux simultanés, mais entre ces noyaux examinés à deux époques différentes, distantes de leur décalage. Cette propriété généralise la règle du rapport normal.

A la mort de la perturbation (dernière demi-période), le décalage grandit jusqu'à la différence des intervalles, et la profondeur est proportionnelle à l'intervalle.

Les noyaux fixes sont des noyaux *d'évolution pure*. Ils présentent et conservent les propriétés limites des noyaux naissants.

Enfin, nous avons défini *l'évolution barométrique* par une fonction, et l'avons étudiée dans sa généralité.

L'évolution instantanée en un point peut se représenter par la formule

$$T\left(1-\frac{\Omega\sin\theta}{\omega}\right),$$

où T est la tendance; Ω la vitesse de déplacement des noyaux; ω celle des isobares et θ l'angle de l'isobare avec la direction de marche des noyaux.

La tendance est égale à l'évolution instantanée le long des lignes de faîte des dorsales et des lignes de creux des thalwegs, du champ de pression. Ces lignes *d'évolution pure* sont aussi les lieux des points où l'isobare est tangente à la direction de marche des noyaux.

Il existe des lignes d'évolution pure dans un intervalle donné, le long desquelles l'évolution est égale à la variation dans cet intervalle. Elles sont décalées d'un demi-intervalle sur les précédentes.

Les relations entre les lignes d'évolution pure et les fronts de discontinuité seraient importantes à étudier. Les fronts doubles de la théorie norvégienne, qui coïncident avec les thalwegs du champ de pression, sont en particulier des lignes d'évolution pure.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la formation des charges électriques dans les nuages*. Note de M. **C. Dauzère**, présentée par M. Paul Janet.

La plupart des éclairs transportent de l'électricité positive des nuages vers le sol; ils proviennent d'une partie de ces nuages qui est électrisée positivement. D'autre part, la grande majorité des pluies, orageuses ou non, porte des charges positives; il en est de même de la neige et de la

grêle. Ces faits ont été établis par G. C. Simpson [1], qui les a expliqués par la théorie bien connue de la rupture des grosses gouttes de pluie; cette rupture se produit à la partie inférieure du nuage sous l'action du violent courant d'air ascendant qui y règne.

D'où viennent les grosses gouttes nécessaires à la théorie de Simpson? Nous croyons pouvoir répondre à cette question en développant la théorie de la grêle que nous avons donnée dans une Note antérieure [2].

Nous avons dit dans cette Note que les grêlons étaient formés à haute altitude par l'attraction qu'exercent les aiguilles de glace des cirrus — auxquels les rayons solaires ultraviolets ont donné une forte charge positive — sur les gouttelettes surfondues négatives du cumulo-nimbus. Ces grêlons possèdent une charge positive, qui se conserve dans leurs transformations ultérieures. Si les gouttelettes négatives sont relativement peu nombreuses, les grêlons grossissent peu et fondent avant d'arriver au sol. Ils donnent alors de grosses gouttes de pluie, électrisées positivement. Ce sont les gouttes positives ainsi formées qui subissent le mécanisme de Simpson à la partie inférieure du nuage. En définitive, la charge de cette partie du nuage résulte de deux actions concordantes dont une seule est suffisante : rupture des gouttes d'une part par la violence du courant d'air, transport de haut en bas de la charge positive des cirrus par les grêlons fondus d'autre part.

Mais il ne se produit pas toujours de la grêle, car il n'y a pas toujours des gouttelettes surfondues à haute altitude. Les gouttelettes sont alors remplacées par de petits cristaux, les uns neutres, les autres positifs ou négatifs. Certains de ces cristaux, qui arrivent au sommet du nuage où agissent les rayons solaires ultraviolets, prennent une forte charge positive qu'ils gardent en redescendant avec le courant d'air. Ils attirent grâce à cette charge un certain nombre de cristaux négatifs pour former de petits amas positifs; d'autres amas se forment lorsque l'altitude s'abaisse de manière à déterminer un commencement de fusion; celle-ci permet aux cristaux de se coller les uns aux autres pour donner des flocons de neige comme ceux qu'on voit en plaine pendant l'hiver.

A une altitude plus basse, la fusion est complète, et chaque flocon fournit

---

(1) G. C. Simpson, *Phil. Trans.*, A, **209**, 1909, p. 379; *Phil. Mag.*, **30**, 1915, p. 1; *Roy. Soc. Proc.*, A, **111**, 1926, p. 56, et **114**, 1927, p. 376.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 835; *La Météorologie*, nos **49** à **51**, avril-juin 1929, p. 145; *Bulletin de la Société française des Électriciens*, **9**, XCIV, juin 1929, p. 575.

une seule goutte de pluie, d'autant plus grosse que le flocon primitif était lui-même plus gros. La majorité des flocons et des gouttes de pluie qui en résulte possède ainsi une charge positive, et tout se passe comme précédemment à la base du cumulo-nimbus.

Ceci peut être généralisé. M. Guilbert [1] a montré en 1921 que si on laisse de côté les bruines provenant des nuages inférieurs « toute pluie qui tombe en plaine est de la neige fondue ». Ce fait nous paraît aujourd'hui hors de doute, après plusieurs années de séjour et d'observations dans une région montagneuse. S'il en est ainsi, le mécanisme que nous venons de décrire agit dans tous les nuages, qu'ils soient orageux on non. Dans ce dernier cas, la vitesse du mouvement ascendant est simplement moins considérable; il en résulte une altitude moins élevée pour le sommet du nuage, une action moins intense des rayons ultraviolets, une moindre accumulation des charges positives à la base du nuage; le champ électrique est bien diminué, les éclairs et tonnerre disparaissent; mais les flocons de neige et les gouttes de pluie provenant de leur fusion restent toujours électrisés positivement, en grande majorité.

Nous n'avons rien à ajouter à ce que dit Simpson pour expliquer la formation des nuages négatifs et des pluies négatives.

Ce qui précède montre comment se forment les grosses gouttes de pluie [2] et comment elles prennent une charge positive, dans un nuage produit par un mouvement ascendant de l'air. Le mécanisme que nous avons décrit n'est pas en opposition avec celui de Simpson; il est probable qu'ils agissent tous les deux simultanément pour produire les charges électriques des nuages et celles des précipitations atmosphériques.

ALGOLOGIE. — *Sur l'hétérogamie d'une Cladophoracée*, Lola (*nov. gen.*) lubrica (*Setch. et Gardn.*). Note de MM. **A.** et **G. Hamel**, présentée par M. L. Mangin.

L'Algue étudiée a été récoltée, à la fin de septembre, au fond de l'anse de Saint-Suliac, à 10^{km} de Saint Servan, dans les flaques vaseuses, peu profondes, au milieu des Phanérogames halophiles. Une flaque voisine conte-

---

(1) *Comptes rendus*, **173**, 1921, p. 999.

(2) Au sujet des difficultés qu'a présentées jusqu'à ce jour l'explication de la formation de ces gouttes, voir Humphreys, *Physics of the air*, p. 266.

nait de nombreux filaments de *Chætomorpha Linum* Kutz. et d'autres de *Rhizoclonium riparium* Harv. *f. implexa* Rosenv.: elle a été recueillie sur la plage vaseuse de Saint-Suliac, où elle formait de larges tapis à mi-marée.

Cette Algue, que nous rapportons au *Rhizoclonium lubricum* Setchell et Gardn., forme un enchevêtrement de longs filaments d'un beau vert ou dans les flaques ensoleillées, d'un vert jaunâtre, à articles larges de 35 à 45$^{\mu}$, généralement de 40$^{\mu}$. Les filaments sont remarquables par leur état muqueux et ils forment souvent des touffes flottantes semblables à celles des Spirogyres. Les articles sont de 1 $\frac{1}{2}$ à 5 fois plus longs que larges et contiennent un chromatophore pariétal en plaque perforée avec de nombreux pyrénoïdes de 8 à 15 noyaux pariétaux de petite taille; dans les échantillons maladifs, le chromatophore se présente sous la forme d'un réseau épaissi aux endroits où s'enchassent les pyrénoïdes.

Certains filaments montraient un contenu granuleux, et, près des cloisons de petites protubérances à l'extrémité desquelles se formait un pore. Les cellules mobiles se présentaient sous deux aspects nettement différents. Les unes, vertes, longues de 8$^{\mu}$ et larges de 4$^{\mu}$ environ, possédaient deux cils à l'extrémité antérieure hyaline et un point rouge: la moitié postérieure élargie était occupée par un chromatophore vert granuleux. Les autres, de petite taille, ovales, longues de 2-3$^{\mu}$, étaient incolores et possédaient deux cils et un point rouge près de l'extrémité antérieure. Les petites cellules ou gamètes mâles se groupaient autour des grosses cellules vertes ou gamètes femelles; les deux gamètes valsaient parfois, réunis par leurs cils, puis s'accolaient latéralement. Après la copulation, le zygote s'arrondissait et montrait deux points rouges.

Nous n'avons pas assisté à la sortie des gamètes mâles, alors que certains filaments étaient vert foncé et donnaient des macrogamètes, d'autres étaient blanchâtres et devaient probablement émettre les microgamètes.

Cette espèce n'appartient ni au genre *Rhizoclonium*, ni au genre *Chætomorpha*. Les *Rhizoclonium* marins (*Rh. riparium* Harv. et *Rh. Kochianum* Kuetz.) sont caractérisés par le nombre, la taille et la position des noyaux; leurs articles contiennent en effet 2 à 4 noyaux suivant la longueur de l'article, exceptionnellement un seul dans les articles courts, aussi longs que larges, ou 4-8 noyaux géminés quand, par division simultanée, les 2-4 noyaux habituels viennent de se diviser; les noyaux non géminés sont d'assez grande taille et se trouvent toujours dans l'axe de la cellule. Au contraire, dans le nouveau genre *Lola*, les noyaux sont plus nombreux (5-14 par cellule) et ils sont pariétaux. Le genre *Chætomorpha* possède également

des noyaux pariétaux de petite taille en nombre plus ou moins grand suivant les dimensions des articles, mais, suivant les observations de Rosenvinge et de Hartmann, la reproduction sexuée se fait par copulation d'isogamètes. Nous croyons nécessaire la création d'un genre nouveau, *Lola*, qui, malgré les apparences, s'éloignerait des *Chætomorpha* et des *Rhizoclonium* et serait à rapprocher du genre *Urospora* Aresch., où Wille a décrit une reproduction hétérogamique semblable à celle que nous avons observée.

BOTANIQUE. — *Sur deux genres nouveaux de Bignoniacées du Tonkin.* Note de M. **Paul Dop**, présentée par M. H. Lecomte.

Le Service de Botanique du Muséum a reçu, dans ces derniers temps, d'une même localité du Tonkin et de deux agents différents du Service Forestier, des échantillons de deux Bignoniacées présentées sous le même nom vernaculaire de Dinh Thoi. Ces plantes m'ayant été confiées pour l'étude, j'ai reconnu deux genres nouveaux, bien distincts malgré la similitude complète des noms vulgaires.

1° *Spathodeopsis* P. Dop. — Cette Bignoniacée récoltée par M. Collignon, inspecteur des forêts, est un arbre entièrement glabre, à feuilles composées — imparipennées, dont les caractères tirés de la fleur et du fruit m'ont paru légitimer la création du genre nouveau *Spathodeopsis*. La fleur, longue de 6-7^{cm}, comprend un calice coriace en forme de spathe, muni de trois dents triangulaires dans sa région postérieure et fendu en avant presque jusqu'à sa base. L'ouverture du calice spathacé sur la face antérieure est un caractère qui ne se trouve pas dans les Bignoniacées asiatiques, mais bien dans le genre africain *Newbouldia* Seem. Dans le bouton floral, le calice est entièrement clos et constitue un calice aquifère. La corolle est en forme d'entonnoir à cinq lobes arrondis, tandis que dans le genre africain très voisin, *Spathodea* Beauv., la corolle est campanulée.

Les étamines sont du type normal des Bignoniacées. L'ovaire et le fruit qui en dérive sont des organes centraux qui fournissent, comme je l'ai montré dans un travail antérieur (1), les meilleurs caractères à utiliser dans la classification de cette famille. Par son ovaire à cloison simple, dépourvue de fausse cloison perpendiculaire et possédant sur chaque placenta 4-5 séries

(1) P. Dop, *Contribution à l'étude des Bignoniacées* (*Bull. Soc. Bot. France*, 72, 1925, p. 887).

d'ovules, le genre *Spathodeopsis* se rapproche beaucoup des *Spathodea* africains. La capsule loculicide fortement ligneuse, longue de 35^{cm}, à cloison mince, présente extérieurement, sur chaque valve, trois crêtes longitudinales onduleuses très caractéristiques. Je n'ai malheureusement pu examiner les graines dont le développement a été arrêté par des moisissures qui, grâce à des perforations dues à des insectes, avaient envahi les cavités carpellaires.

Par les caractères que je viens de décrire, le nouveau genre *Spathodeopsis* (*S. Rossignolii*) se rapproche des genres africains *Newbouldia* et *Spathodea* dont il paraît être l'équivalent asiatique. On sait d'ailleurs qu'entre les Bignoniacées asiatiques et africaines, il existe des relations étroites; c'est ainsi que le genre *Markhamia* est commun aux deux régions.

2° *Hexaneurocarpon*. — Ce deuxième Dinh thoi, envoyé antérieurement de Hoa Binh par M. l'Inspecteur des forêts Brillet, est un arbre pubérulent dans ses parties jeunes et à la face inférieure des feuilles qui sont composées imparipennées. Je n'ai pas vu les fleurs de cette espèce, mais le fruit m'a paru suffisamment caractéristique et différent de tous les autres fruits de Bignoniacées pour légitimer, tout au moins provisoirement, la création du nouveau genre *Hexaneurocarpon*. Ce fruit est une capsule loculicide jaune clair tachée de sombre, longue de 40^{cm} et large de 4^{cm}, aiguë aux deux extrémités, à section presque quadrangulaire. Les valves très épaisses, spongieuses et un peu ligneuses sont munies chacune de 3 côtes rectilignes longitudinales, une dorsale, deux latérales, hautes de 5 à 7^{mm}. La cavité cylindrique de la capsule est subdivisée en deux par une cloison large, mince et simplement épaissie sur les bords placentaires. Il n'existe aucune trace de fausse cloison. Les graines, disposées en deux séries dans chaque loge, sont munies d'une aile membraneuse hyaline longue de 65^{mm}, large de 20^{mm}. L'embryon est formé de deux cotylédons très larges arrondis et d'une radicule courte et épaisse. Il est incontestable que par la forme de la cloison placentaire le genre *Hexaneurocarpon* (*H. Brilletii*) se rapproche du genre *Haplophragma* P. Dop; la forme du fruit et des graines l'en éloigne suffisamment pour lui conférer la valeur d'un genre nouveau quoique l'organisation des fleurs soit encore inconnue.

BOTANIQUE. — *Évolution du chondriome dans les graines de* Phaseolus multiflorus. Note de M. N. **Wagner**, présentée par M. Molliard.

Le but du présent travail est d'étudier l'évolution du chondriome au cours de la maturation et de la germination de la graine. Dans les cellules des graines sèches, pendant leur gonflement et au cours des premières phases de la germination, les chondriosomes n'ont pas encore été l'objet de recherches. Leur évolution dans l'axe hypocotylé et dans les cotylédons de l'embryon, pendant la maturation des graines et aux phases avancées de la germination, a été brièvement décrite par A. Guilliermond pour le Haricot, le Pois, le Ricin et la Courge [1]. Cette description (surtout pour le Ricin et la Courge) n'englobe pas tous les stades de l'évolution et ne concerne, surtout, que la formation de plastes et de l'amidon. Il n'y a pas d'autres travaux sur ce sujet.

Ce sont les racines des embryons de graines du *Phaseolus multiflorus* fixées par le mélange de Lewitsky [2] qui nous ont servi d'objet de recherches. Dans les graines de *Phaseolus* qui ont atteint leur grandeur normale, mais qui ne commencent pas encore à se dessécher, le chondriome des cellules de l'embryon se présente sous les formes ordinaires de chondriocontes et mitochondries. La constitution du chondriome est différente suivant les tissus. Dans les cellules de la partie moyenne du plérome et de la zone extérieure du périblème, le chondriome est représenté, principalement, par les mitochondries. Dans les cellules allongées de la partie extérieure du plérome prédominent, au contraire, les formes longues des chondriocontes. Dans les cellules de la zone intérieure du périblème, là où le chondriome est particulièrement abondant, il est représenté, en proportions égales, par des chondriocontes (plus courts que dans les cellules allongées du plérome) et par des mitochondries. Ces types de chondriome ne sont pas séparés nettement les uns des autres et il existe des types intermédiaires dans les zones limitrophes des différents tissus. A ces stades, les chondriosomes ne contiennent pas habituellement de grains d'amidon. La figure 1 représente une

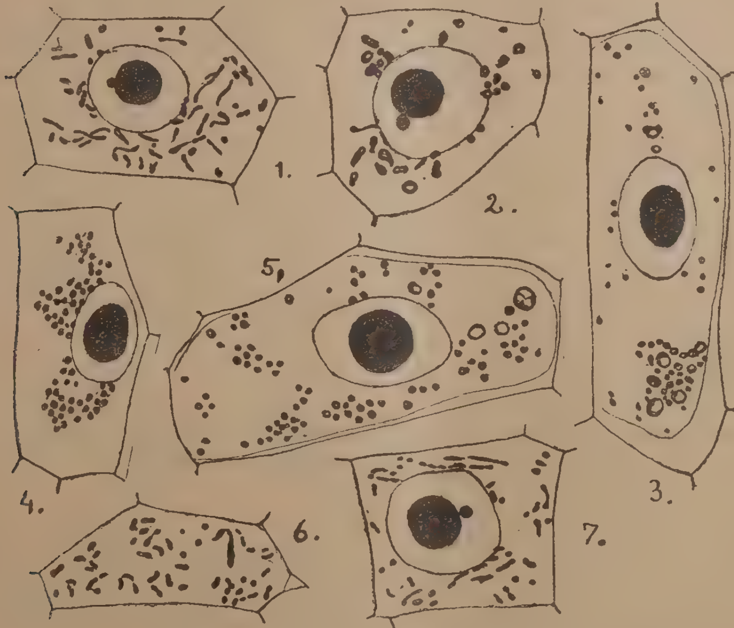
---

(1) A. Guilliermond, *Sur la formation de l'amidon dans l'embryon avant la maturation de la graine* (*C. R. Soc. Biol.*, 76, 1914, p. 567).

(2) Formol à 10 pour 100 (9^vol), acide chromique à 1 pour 100 (1^vol), 2, 5 jours; puis acide chromique à 1 pour 100 (5^vol), acide osmique à 1 pour 100 (2^vol), eau (13^vol), 5 jours.

cellule de la zone intérieure du périblème dans la racine de l'embryon, au stade décrit.

Au cours de l'évolution ultérieure des graines, les chondriosomes commencent à produire activement de l'amidon. Dans les cellules à chondriocontes nombreux, ce sont ces derniers qui forment la majeure partie de l'amidon. Dans ce cas, les chondriocontes se fragmentent en de petits



plastes. D'autres, qui n'ont pas formé de l'amidon, se fragmentent en mitochondries. Pour cette raison, le nombre des mitochondries augmente (voir figure 2). C'est à peu près à ce stade que commence la dessiccation des graines. Lors de cette déshydratation, tous les chondriocontes se fragmentent définitivement en mitochondries ou en plastes, de façon que le chondriome des cellules ne soit composé que de mitochondries. Ces dernières se groupent alors (dans les cellules allongées du plérome et dans la zone intérieure du périblème) en plusieurs endroits des cellules. La figure 3 représente une cellule de la zone intérieure du périblème au stade indiqué.

La même forme et la même répartition du chondriome persistent aussi

dans les graines sèches, avec cette différence seulement que les accumulations des mitochondries deviennent encore plus compactes.

On peut constater l'existence de ces accumulations au cours de la germination des graines, même après un séjour de 6 à 10 heures en milieu humide. Ensuite, à mesure que les graines se gonflent, les mitochondries se séparent peu à peu et se répartissent uniformément dans tout le protoplasme. En même temps, une partie d'entre elles commence à se transformer en chondriocontes. Après deux jours de germination, le chondriome dans les cellules de la racine de l'embryon chez *Phaseolus* prend de nouveau son aspect normal. Les figures 4, 5, 6 et 7 représentent les modifications graduelles du chondriome dans les cellules de la zone intérieure du périblème au bout de 1, 5, 16, 5, 30 et 67 heures à partir du début de la germination.

Le présent travail conduit aux conclusions suivantes : 1° le chondriome existe constamment dans les cellules de l'embryon chez *Phaseolus* à tous les stades de l'évolution de la graine et aussi dans la graine sèche; 2° il y a un rapport entre la forme affectée par le chondriome et la teneur en eau de la graine.

ZOOLOGIE. — *Observations sur les* Psammechinus miliaris *Klein* (*Échinides*) *de la baie de Seine*. Note de M. **Jean Mercier**.

Au cours d'études sur les Échinodermes fossiles, et plus particulièrement sur les Échinides, j'ai été amené à examiner les variations d'une espèce actuelle pour discuter la valeur de caractères considérés comme spécifiques. Mes recherches ont porté sur une espèce très commune dans la Baie de Seine : le *Psammechinus miliaris* Klein.

Les individus étudiés, au nombre de 596, ont été dragués sur la plateforme rocheuse de calcaires bradfordiens du littoral du Calvados. Ils proviennent de trois stations : la première au large de Ver-sur-Mer, la seconde sur les Essarts de Langrune, et la troisième située à environ 5 milles au large de Luc-sur-Mer. Les dragages ont été effectués à l'époque de la maturité sexuelle de *Ps. miliaris*, c'est-à-dire en juillet-août 1929. Les oursins de la station III sont cependant de très jeunes individus, non sexuellement mûrs, qui mesurent au maximum 10^{mm} de diamètre et 5^{mm} de hauteur.

Tout d'abord on constate une différence notable, portant uniquement sur la taille, entre les *Psammechinus* de Ver-sur-Mer et sur ceux des Essarts

de Langrune. Ceux de Ver sont en moyenne un tiers plus petits que ceux des Essarts. Par contre les variations de la forme générale du test chez les oursins de ces deux stations donnent des polygones de fréquence semblables dont le mode est $\frac{1}{2}$ (rapport de la hauteur au diamètre). On doit remarquer qu'à partir de ce mode, il y a une forte proportion d'individus surélevés et très peu d'individus surbaissés. Étant donnée l'homogénéité de ces derniers caractères morphologiques, la différence de taille entre les individus des deux stations ne peut s'expliquer, à mon avis, que par l'existence de conditions biologiques défavorables au parfait développement des *Ps. miliaris* à Ver-sur-Mer. Les stations de Ver et des Essarts de Langrune sont séparées par le courant d'estuaire de la Seulles, prolongé dans la fosse de Courseulles. Les eaux de ce courant d'estuaire, entraînées par les courants marins de reflux vers l'Ouest, décantent, au large de Ver-sur-Mer, les alluvions et les substances organiques qu'elles contiennent en suspension. Ces conditions, et peut-être aussi la légère dessalure de l'eau, nuisent sans doute au parfait développement des *Ps. miliaris*.

On doit encore signaler que tous les représentants de cette espèce, dragués sur les côtes du Calvados, sont d'une taille nettement inférieure à celle des *Ps. miliaris* recueillis dans la Manche occidentale et dans l'Atlantique. Là encore interviennent probablement des conditions biologiques qui ne sont pas propices au bon développement de l'espèce dans la baie de Seine.

L'étude des oursins provenant de la station de Luc-sur-Mer donne un polygone de variation monomodal $\left(\text{mode } \frac{1}{2}\right)$. On a vu que pour les deux premières stations, ce mode était également $\frac{1}{2}$. Il en résulte que la forme type des *Ps. miliaris* des côtes du Calvados est celle dont la hauteur est comprise deux fois dans le diamètre. On arrive ainsi à une conclusion contraire à celle de A. Bonnet [1] qui, en se basant sur des mesures prises sur le *Paracentrotus lividus*, a proposé une loi de croissance des Échinides, établissant que le jeune oursin croît d'abord en diamètre pour grandir ensuite surtout en hauteur. Mes mesures, au contraire, montrent que pour un même diamètre, on a des formes surélevées, normales $\left(\frac{1}{2}\right)$ et surbaissées.

---

(1) A. Bonnet, *Documents pour servir à l'étude de la variation chez les Échinides* (*Bull. Inst. Océanographique*, n° 462, 10 septembre 1925; Monaco).

L'étude de l'appareil apical des individus de ces trois séries m'a conduit aux conclusions suivantes :

1° On a attribué un grand rôle à la position et à la forme des pores génitaux dans la discrimination des espèces. Ces caractères sont très variables chez le *Ps. miliaris*. On peut suivre en effet tous les stades depuis les pores internes jusqu'aux pores marginaux et l'on arrive à des cas d'émigration des pores génitaux dans les aires interambulacraires.

2° Il existe, entre les différentes plaques apicales, soit génitales, soit ocellaires, des cas de fusion et de pseudofusion. Ces derniers se rencontrent exclusivement au voisinage de la madréporique et résultent de l'allongement tangentiel des hydrotrèmes recouvrant les lignes de suture des plaques.

3° Les vides produits dans le cercle apical, par suite de la fusion ou de l'étroitesse des éléments constituant cet appareil, sont comblés, soit par l'intercalation dans le cercle d'une plaque ocellaire, soit par l'allongement latéral d'une génitale.

En résumé, l'étude des variations morphologiques du *Psammechinus miliaris* des côtes du Calvados permet d'établir quels sont, chez ces Échinides, les bons caractères spécifiques. Ils résident dans la disposition constante en arcs de trois paires de pores ambulacraires et dans l'arrangement des tubercules. Ces conclusions permettent d'orienter, pour une espèce donnée, la recherche des caractères qui, par leur fréquence, sont susceptibles d'être utilisés avec certitude pour l'identification d'une espèce.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique dans le foie*. Note [1] de Mme **Y. Khouvine**, MM. **E. Aubel** et **L. Chevillard**, présentée par M. M. Molliard.

Il y a longtemps (Embden, Neuberg, Baer et Blum, etc.) que l'on a montré que la réaction est possible. Mais le mécanisme n'a pas été, à notre connaissance, élucidé. Ceci nous a incités à reprendre l'étude de phénomène.

Si l'on abandonne au thermostat à 39°, pendant 4 heures, en anaérobiose, un mélange de foie haché et de pyruvate de soude en suspension dans du liquide de Ringer, on constate, comparativement aux témoins, une augmentation d'acide lactique et de CO^2. Le rapport du poids de l'acide lactique à

(1) Séance du 2 décembre 1929.

celui de CO^2 en surplus, pour une même quantité de pyruvate employé, croît avec la quantité de foie mise en expérience jusqu'à certaine limite, à partir de laquelle il demeure constant et voisin de 4 :

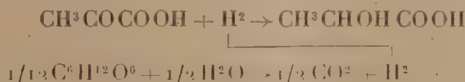
Poids du foie.	$\frac{\text{Foie}}{\text{pyruvate}}$	$\frac{\text{acide lactique en surplus}}{CO^2 \text{ en surplus}}$
50 g	50/1	2,5
50	50/1	2,6
50	50/1	2,8
75	75/1	3,8
75	75/1	3,3
75	75/1	3,8
100	100/1	3,9
100	100/1	3,8
150	150/1	3,9

Quelle conclusion peut-on tirer de ces résultats ? L'augmentation d'acide lactique est due à une fixation de H^2 ; et cette fixation de H^2 est en relation avec l'augmentation du CO^2. Il est permis de penser que H^2 et CO^2 proviennent du glucose :



$$C^6H^{12}O^6 + 6H^2O \rightarrow 6CO^2 + 12H^2.$$

Si les choses se passent ainsi, la réaction globale s'écrit :



$$CH^3COCOOH + H^2 \rightarrow CH^3CHOHCOOH$$
$$1/12\,C^6H^{12}O^6 + 1/2\,H^2O \rightarrow 1/2\,CO^2 + H^2$$

et le rapport $\frac{\text{acide lactique}}{CO^2}$ doit être égal à $\frac{90}{22} = 4,09$.

Or c'est précisément le nombre vers lequel tendent, sans pouvoir le dépasser, les rapports expérimentaux [1]. Les nombres les plus bas trouvent leur explication dans la non-utilisation par l'acide pyruvique d'une partie de l'hydrogène libéré par la déhydrase du foie aux dépens du glucose.

La réaction proposée n'est pas la seule qui, dans nos conditions expérimentales, se produise : 50 pour 100 environ de l'acide pyruvique disparu sont justiciables de la réaction, une faible partie est transformée en acétal-

---

[1] Nous ferons remarquer : *a.* que les poids d'acide lactique sont systématiquement, du fait des manipulations, trop faibles d'environ 5 pour 100 ; *b.* que la vérification de la réaction par la disparition du glucose est impossible. Il faudrait pouvoir apprécier, dans les conditions expérimentales, des différences de l'ordre de $\frac{1}{100}$.

déhyde, et nous ignorons le destin du reste, mais nous pouvons affirmer qu'il n'est pas transformé en glucose. En effet nous avons opéré en anaérobiose, exactement à $rH_2 = 7 \pm 0,5$. Dans ces conditions le stade acide lactique ne peut pas être dépassé : si l'on met 50^g de foie en présence de $0^g,885$ d'acide lactique à l'état de lactate de Na, aucun extra CO^2 n'est constaté, et l'on retrouve sensiblement tout le lactate. Ceci est conforme à ce que Myerhof et Hill nous ont appris, à savoir que la remontée de l'acide lactique au glycogène dans le muscle est impossible en milieu anaérobie. Or, un foie physiologique est un foie anaéorobie. Son $rH_2 = 7$ chez l'animal vivant (Aubel et Wurmser). Dans ces conditions, la conclusion qui semble devoir être tirée est que, normalement en ce qui concerne les corps en C^3, le foie n'est pas un gluco-formateur. Il ne peut que préparer l'acide lactique, qui, drainé, sera synthétisé en glycogène par le muscle, dont le $rH_2 = 14$ à 20 (Aubel et Wurmser).

La séance est levée à 16^h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1928 (*suite*).

Indes anglaises.

Calcutta. — Geological Survey of India : *Memoirs*, M 620; *Records*, R 193.
— Government Observatories : *Magnetical Meteorological and Seismographic. Observations*, M 60.
— Indian Museum : *Memoirs*, M 625; *Records*, R 196.
Ceylon. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].
Colombo. — *Meteorological Observations.*
Hyderabad. — Nizamiah Observatory of Osmania University : *Publications*
Madras. — Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818.
— Kodaikanal Observatory : *Bulletin*, K 49.
— Maharajah's College : *Journal of the Science Association*, J 848[1].
Patna. — Patna Museum : *Annual Report of the Managing Committee.*

Indochine.

Hanoï. — Service géologique de l'Indochine : *Bulletin*, B 2032; *Catalogue des Publications Mémoires*, M 577.
— *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153.
Phu Liên. — Observatoire central de l'Indochine : *Bulletin pluviométrique*, O 85.
— Service météorologique de l'Indochine : *Bulletin mensuel des Observations*, B 2283.
Saigon. — Service océanographique des pêches de l'Indochine : *Travaux.*
— *Bulletin administratif de la Cochinchine*, B 779 *bis*[1].

Japon.

Kyoto. — College of Science and Engineering : *Memoirs*, M 615.
— Université : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.
Fukuoka. — Kyushu Imperial University : *Memoirs of the College of Engineering.*
Port Arthur. — Ryojun College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1].
Sapporo. — Hokkaido Imperial University : *Memoirs of the Faculty of engineering*, M 616[2].
Sendai. — Anatomischer Institut der Kais. Japanischen Universität : *Arbeiten*, A 1949.

SENDAI. — General Department of Scientific Research of Saito-Ho-On-Kai : *Annual reportof the work*, A 1814[1]; *Monographs.*
— Tôhoku Imperial University : *Science reports*, S 215 *bis; Technology reports*, T 59.
— *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie*, 1065[1].
— *Tôhoku Journal of Experimental Medecine*, T 179.
— *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.

TOKYO. — Aeronautical Research Institute : *Report.*
— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].
— Faculty of Science : *Journal*, M 642.
— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].
— Imperial Earthquake Investigations Committee : *Bulletin*, B 2376.
— Imperial Fisheries Institute : *Journal*, J 816 *bis.*
— Imperial University : *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, B 2360[1].
— Institute of Electrical Engineers of Japan : *Selected papers from the Journal.*
— Institute of Physical and Chemical Research : *Abstract; Bulletin; Scientific papers*, S 229.
— Natural Research Council of Japan : *Publications.*
— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.
— *Abstracts of Japanese Journal of medical science.*
— *Acta phytochimica*, A 131.
— *Astronomical Bulletin.*
— *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245.
— *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis.*
— *Japanese Journal of Engineering*, J 245 *ter*[1].
— *Japanese Journal of physics*, J 245 *quinter.*
— *Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].
— *Report on Sanocrysin (Mollgaard) investigation.*

Syrie.

BEYROUTH. — *Alevy (el)*, E 151 *bis*[1].
KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].

AFRIQUE.

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116[2].

Égypte.

CAIRO. — Ministry of Agriculture. Technical and Scientific Service : *Bulletin.*

Madagascar.

TANANARIVE. — Académie malgache : *Bulletin*, B 2510 ; *Mémoires*, M 450[1].
— *Bulletin économique de Madagascar et dépendances*, B 2154.

Maroc.

RABAT. — Société des sciences naturelles du Maroc : *Bulletin*, B 1576[1] ; *Mémoires*, M 525.

Maurice (Ile).

PORT-LOUIS. — Royal Alfred Observatory : *Miscellanous Publications*, M 951.
— *Results of magnetical meteorological and seismological observations.*

Tunisie.

TUNIS. — Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117.
— *Taieb ben Aïssa.*

Union of South Africa.

BLOEMFONTAIN. — National Museum : *Argeologiese navorsing.*
CAPETOWN. — Observatory : *Annals*, A 1194 ; *Catalogue of rectangular Co-ordinates and Diameters of Star-Images ; Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.
WINDHOEK. — Wissenchafthichen Vereinigung in Südwestafrika : *Veröffentlichungen*

AMÉRIQUE.

Argentine.

BUENOS AIRES. — Associacion argentina de electrotecnicos : *Boletin*, B 437[2].
— Centro estudiantes agronomia y veterinaria : *Revista*, R 798.
— Facultad agronomia y veterinaria : *Revista*, R 752.
— Instituto bacteriologico del Departamento nacional de higiene : *Revista*, R 807.
— Ministerio de agricultura : *Almanaque*, A 553[1] ; *Memoria*, M 922.
— Ministerio de agricultura. Direccion de meteorologia : *Publicacion.*
— Ministerio de agricultura. Direccion general de minas : *Boletin*, B 511 ; *Publicacion.*
— Ministerio de agricultura. Seccion de propaganda y informes : *Boletin* ; *Publicacion.*
— Museo nacional de historia natural : *Anales*, A 725 ; *Memoria anual.*

Buenos Aires. — Seminario matematico argentino : *Boletin.*
— Sociedad cientifica argentina : *Anales*, A 687.
— *Boletin matematico*, B 534[1].
— *Boletin mensual de estadistica agro pecuaria*, B 536 *bis.*
— *Estadistica agro pecuaria*, E 396[1].
— *Physis*, P 324.
— *Revista argentina de neurologia psiquiatria y medicina legal.*
— *Revista zootecnica*, R 934.

La Plata. — Facultad de medicina veterinaria : *Revista.*
— Universidad : *Anuario*, A 1899[1]; *Contribucion al estudio ciencias fisicas y matematicas*, U 108.
— Observatorio astronomico de la Universidad nacional : *Publicaciones*, P 800 *bis.*
— Oficina quimica de la Provincia : *Anales*, A 684[1].

Brésil.

Rio-de-Janeiro. — Instituto brasileiro de sciencias : *Boletim*, B 406[2].
— Instituto Oswaldo Cruz : *Memorias*, M 701.
— Instituto vital Brazil : *Boletim*, B 406[3].
— Observatorio nacional : *Annuario*, A 1868; *Boletim magnetico*, B 410 *bis*[1].

Sao Paulo. — Museu Paulista : *Annaes*, A 757[2]; *Revista*, R 823.
— Serviço sanitario : *Divulgacaos de hygiene.*
— *Annuario demographico*, A 1861[1].
— *Boletim hebdomadario de estatistica demographo-sanitaria*, B 410.
— *Boletim mensal de estatistica demographo-sanitaria*, B 412.
— *Revista polytechnica.*

Canada.

Halifax. — Nova Scotian Institute of Sciences : *Proceedings and Transactions*, P 493.

Ottawa. — Biologic Board of Canada : *Bulletin*, B 2346[2].
— Canadian Patent Office : *Record and register of copyright and trade marks*, C 66.
— Department of Mines : *Memoirs*, C 55; *Museum Bulletin; Reports*, C 55.
— Dominion Observatory : *Publications*, D 137.
— Geodetic Survey of the Canada : *Annual Report of the Director*, A 1796.
— *Tide Tables for the Eastern Coats of Canada*, T 135 *bis.*
— *Tide Tables for the Pacific Coast of Canada.*

Toronto. — Biological Stations of Canada : *Contributions to Canadian biology and fisheries*, C 1001.
— Royal Astronomical Society of Canada : *Journal*, T 281.
— Royal Canadian Institute : *Transactions*, C 63.

Victoria. — Dominion Astrophysical Observatory : *Publications*, P 856.

(*A suivre.*)